

## INTEGRANDO MODELAGEM E IMPRESSÃO 3D NO ENSINO DE PROJEÇÕES ORTOGONAIS: INOVAÇÕES DIDÁTICAS NO DESENHO TÉCNICO

### *INTEGRATING 3D MODELING AND PRINTING IN TEACHING ORTHOGRAPHIC PROJECTIONS: DIDACTIC INNOVATIONS IN TECHNICAL DRAWING*

João Vitor Gazana<sup>1</sup>

Galdenoro Botura Júnior<sup>2</sup>

#### Resumo

No ensino de desenho técnico, especialmente na representação de vistas ortogonais, a transição de uma perspectiva tridimensional para uma bidimensional apresenta desafios significativos para os alunos. A compreensão adequada das projeções ortogonais muitas vezes é dificultada pela natureza abstrata do processo, exigindo um esforço cognitivo elevado por parte dos estudantes. Diante dessa dificuldade, o objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo prático que facilite a interpretação dos alunos na transição entre vistas isométricas e ortogonais, utilizando ferramentas de modelagem e impressão 3D. Para a construção desse modelo, seguiu-se um processo meticuloso que incluiu as etapas de idealização, modelagem e impressão 3D. A idealização foi baseada na observação em sala de aula, onde se identificou a dificuldade dos alunos em compreender as transições das vistas. Utilizou-se o software TinkerCad para a modelagem e, em seguida, o modelo foi materializado por meio da impressão 3D. Os resultados da aplicação desse modelo em sala de aula demonstraram uma melhora significativa na compreensão dos alunos, promovendo maior dinamismo e clareza nas explicações. A interação dos estudantes com o modelo durante as aulas resultou em um aprendizado mais ativo e participativo. Conclui-se, portanto, que o uso de tecnologias como a modelagem e a impressão 3D pode viabilizar soluções didáticas inovadoras, auxiliando os docentes na explicação de conceitos complexos de maneira mais acessível e envolvente.

**Palavras-chave:** Modelagem 3D; Impressão 3D; Projeções Ortogonais; Ensino de Desenho Técnico; Tecnologias Educacionais.

#### Abstract

In the teaching of technical drawing, particularly in the representation of orthogonal views, the transition from a three-dimensional perspective to a two-dimensional view presents significant challenges for students. Proper understanding of orthogonal projections is often hindered by the abstract nature of the process, requiring a high cognitive effort from students. In light of this difficulty, the aim of this work is to develop a practical model that facilitates students' interpretation in the transition between isometric and orthogonal views, using 3D modeling and printing tools. The construction of this model followed a meticulous process that included the stages of ideation, modeling, and 3D printing. The ideation was based on classroom observations, where students' difficulty in understanding view transitions was identified. The TinkerCad software was used for modeling, and the model was then materialized through 3D

---

<sup>1</sup> Mestrando em Design e Desenho Industrial, UNESP - FAAC - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, São Paulo, Brasil, joao.gazana@unesp.br; ORCID: 0000-0001-9697-3074.

<sup>2</sup> Professor Livre Docente, UNESP – Departamento de Engenharia de Controle e Automação, Sorocaba, São Paulo, Brasil, galdenoro.botura@unesp.br; ORCID: 0000-0002-5680-6017.

printing. The results of applying this model in the classroom showed a significant improvement in students' understanding, promoting greater dynamism and clarity in explanations. Students' interaction with the model during the lessons resulted in more active and participatory learning. It is concluded, therefore, that the use of technologies such as 3D modeling and printing can enable innovative didactic solutions, helping teachers explain complex concepts in a more accessible and engaging way.

**Keywords:** 3D Modeling; 3D Printing; Orthographic Projections; Technical Drawing Education; Educational Technologies.

## 1. Introdução

O desenvolvimento histórico do desenho técnico e sua normatização são fundamentais para entender sua importância na engenharia e outras áreas técnicas. Segundo Serra (2008), o desenho técnico surgiu como uma maneira de padronizar representações gráficas, permitindo que as soluções propostas sejam entendidas de maneira uniforme. A normalização garante que as informações técnicas possam ser transmitidas com precisão e clareza entre profissionais de diferentes partes do mundo, facilitando a comunicação e minimizando erros durante a execução dos projetos.

Para compreender o impacto e a importância do ensino de desenho técnico, é fundamental reconhecer seu desenvolvimento histórico e a normatização associada. Pires e Bernardes (2017) discutem como o ensino de desenho técnico evoluiu ao longo dos anos, especialmente no contexto brasileiro, e como as normas técnicas, como as estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), desempenham um papel crucial na padronização e clareza da comunicação gráfica em projetos técnicos. A normatização garante que qualquer pessoa com conhecimento das regras possa decodificar e compreender desenhos técnicos, promovendo uma comunicação eficaz e reduzindo erros na execução de projetos.

A capacidade de visualizar e interpretar projeções ortogonais é fundamental no ensino de desenho técnico, um componente essencial nas disciplinas de engenharia e arquitetura. Tradicionalmente, o ensino desses conceitos tem sido apoiado por métodos bidimensionais que, embora eficazes até certo ponto, podem não capturar totalmente a complexidade espacial dos objetos (KOK & BAYAGA, 2019).

A capacidade de visualizar e interpretar vistas ortogonais é uma competência específica destacada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio, que enfatiza a importância de diferentes registros de representação dos conteúdos matemáticos (BRASIL, 2017).

Para uma compreensão completa do conteúdo, é crucial que o educando entenda que um mesmo objeto pode ter múltiplas representações e que ele saiba representar o objeto de maneiras distintas. Essa teoria sustenta que a compreensão do conteúdo é facilitada quando o objeto é representado em suas diversas formas.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN-EM) reforçam que o estudo da geometria deve possibilitar ao aluno conhecimentos para resolver problemas do cotidiano, como a percepção e noção de espaço (Brasil, 1999). A habilidade de interpretar e construir vistas ortogonais é fundamental para representar formas tridimensionais por meio

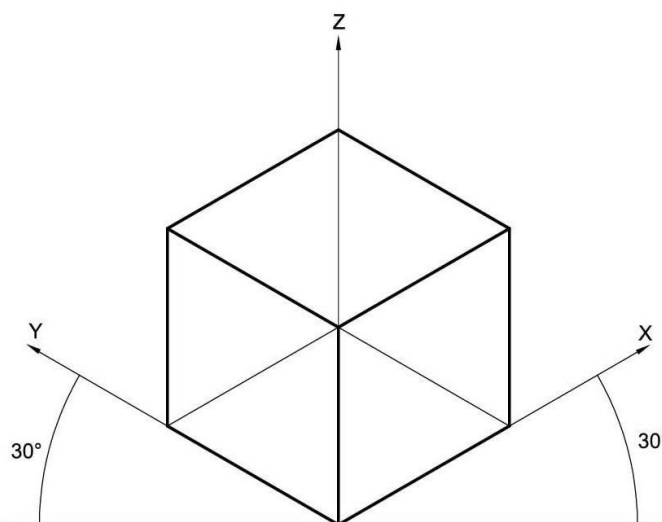
de figuras planas, uma competência essencial para estudantes de áreas técnicas e científicas.

No entanto, apesar da importância reconhecida dessas habilidades, muitos alunos enfrentam dificuldades significativas ao tentar visualizar e interpretar as diferentes projeções de um objeto tridimensional em planos bidimensionais. Esse desafio é notado pela natureza abstrata das representações ortogonais, que requerem um esforço maior de compreensão espacial e de capacidade de correlacionar múltiplas vistas separadas. Para abordar essas dificuldades e melhorar a eficácia do ensino de geometria espacial, é essencial explorar métodos didáticos inovadores e tecnologias emergentes que possam facilitar uma aprendizagem mais intuitiva e interativa.

## 2. Vista Isométrica: Facilitação da Compreensão Espacial

A vista isométrica é uma técnica de representação gráfica que exhibe um objeto tridimensional em duas dimensões, mantendo as proporções entre suas dimensões. Essa forma de projeção utiliza um ângulo de 30 graus em relação ao plano horizontal, o que permite que as três principais dimensões (largura, altura e profundidade) sejam representadas sem distorção (figura 1). Diferentemente das vistas ortogonais, que apresentam separadamente as projeções frontais, laterais e superiores, a vista isométrica combina esses três pontos de vista em uma única imagem.

Figura 1: Representação de Perspectiva Isométrica de um Cubo.



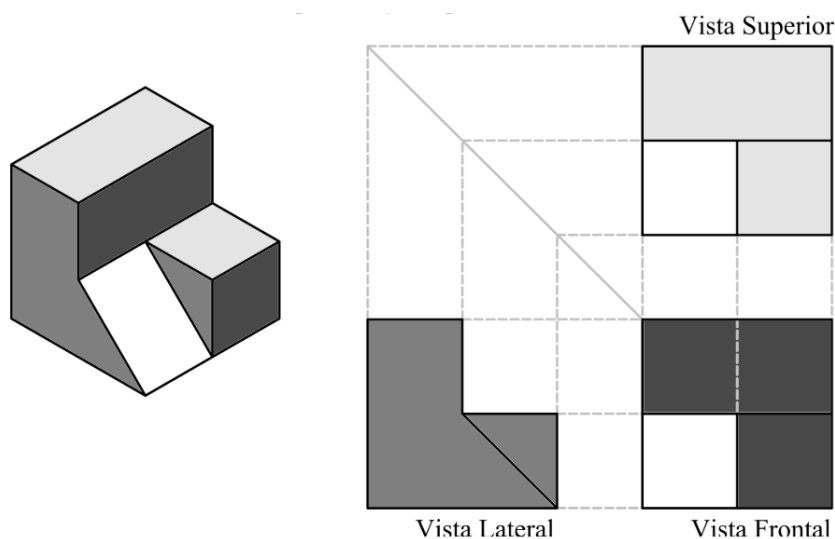
Fonte: Universidade Federal Fluminense (2024)

No contexto do ensino de desenho técnico, a vista isométrica desempenha um papel importante na transição inicial dos alunos para a compreensão de representações tridimensionais. Ela oferece uma visualização clara e compreensível do objeto, permitindo aos alunos identificarem facilmente suas características espaciais. Isso contrasta com as vistas ortogonais, que podem ser mais desafiadoras para os iniciantes devido à necessidade de interpretar múltiplas projeções separadas e relacioná-las mentalmente.

### 3. Vista Ortogonal: Fundamentação e Aplicação Didática

As vistas ortogonais são uma forma de representação gráfica em que os diferentes lados de um objeto são projetados em planos perpendiculares entre si. Essas projeções, geralmente divididas em vistas frontal, superior e lateral, são fundamentais no desenho técnico, pois permitem a visualização detalhada de cada aspecto do objeto sem distorções perspectivas (Figura 2).

Figura 2: Representação de Perspectiva Ortogonal de uma Peça.



Fonte: Rojas et al. (2021)

No contexto do ensino de desenho técnico, as vistas ortogonais são essenciais para que os alunos desenvolvam a habilidade de interpretar e criar desenhos. Esse método de representação facilita a compreensão das dimensões e relações espaciais entre diferentes partes de um objeto, o que é crucial para a produção de projetos técnicos e a comunicação eficaz entre profissionais de engenharia e arquitetura (KOK & BAYAGA, 2019).

Apesar de sua importância, o ensino de vistas ortogonais apresenta vários desafios. Alunos frequentemente têm dificuldade em correlacionar as diferentes vistas e visualizar o objeto tridimensional correspondente a partir dessas projeções bidimensionais. Estudos indicam que essa dificuldade pode ser atribuída à falta de experiência prática e à natureza abstrata das projeções ortogonais, que requerem habilidade de visualização espacial (KOK & BAYAGA, 2019).

Um estudo realizado por Tiemme de Castro e Mathias (2019) ilustrou a aplicação de tecnologias como o GeoGebra para auxiliar os alunos na compreensão das vistas ortogonais de sólidos geométricos. Durante atividades extraclasse, os alunos do curso Pré-Universitário Popular Alternativa, um projeto de extensão da Universidade Federal de Santa Maria, foram expostos a representações tridimensionais e bidimensionais, melhorando sua visão espacial e compreensão dos sólidos geométricos. A dificuldade em imaginar objetos tridimensionais a partir de representações bidimensionais foi um obstáculo significativo, destacando a necessidade de métodos didáticos inovadores.

Recentemente, avanços na modelagem 3D e na impressão 3D oferecem novas

possibilidades para o ensino e aprendizado em desenho técnico, proporcionando ferramentas que podem melhorar significativamente a compreensão espacial dos alunos (NOVAK, 2022).

A presente pesquisa explora o uso de um modelo didático 3D, criado no software Tinkercad e impresso em uma impressora 3D, como uma ferramenta para ensinar projeções ortogonais de maneira mais interativa e intuitiva. Este estudo é justificado pela necessidade observada de métodos de ensino que melhorem não apenas a compreensão das projeções ortogonais, mas também a habilidade dos alunos em aplicar esses conceitos de forma prática e eficiente.

O objetivo deste trabalho é instigar novas possibilidades para aprimoramento da didática de ensino, dando como exemplo um modelo físico 3D que visa facilitar o ensino e a aprendizagem das projeções ortogonais, proporcionando uma experiência de aprendizado mais engajadora e compreensiva. Este modelo permite aos alunos manipular fisicamente as vistas ortogonais, melhorando sua percepção espacial e compreensão geral.

A pesquisa foca em uma abordagem prática que transcende a tradicional aprendizagem baseada em livros e representações 2D, explorando como a modelagem e impressão 3D podem ser integradas no currículo de desenho técnico para produzir resultados educacionais significativamente melhores. Este método demonstrou ser eficaz em estudos preliminares e tem o potencial de ser aplicado em diversos contextos educacionais, adaptando-se a diferentes níveis de ensino técnico e profissional (WISDOM & SONYA, 2019).

Espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam para a literatura existente ao fornecer insights sobre o uso de tecnologias emergentes na educação técnica e abrir novos caminhos para pesquisas futuras na integração de ferramentas digitais modernas no ensino de conceitos fundamentais em desenho técnico.

#### **4. Desenvolvimento, Materiais e Métodos**

O método adotado nesta pesquisa possui um caráter exploratório e aplicado. A natureza exploratória do estudo visa investigar e compreender a eficácia de novas abordagens e ferramentas didáticas, especificamente a modelagem 3D e a impressão 3D, no ensino de projeções ortogonais no desenho técnico. Por outro lado, o caráter aplicado da pesquisa se manifesta na aplicação prática dessas ferramentas em ambientes educacionais reais, com o objetivo de resolver problemas específicos de compreensão e visualização de conceitos complexos. A pesquisa busca, assim, desenvolver, implementar e avaliar modelos tridimensionais que possam melhorar a qualidade do ensino e aprendizado na disciplina de desenho técnico.

A utilização de tecnologias digitais no ensino de desenho técnico tem demonstrado resultados positivos em diversos estudos. Santos e Martinez (2000) discutem a aplicação de várias tecnologias, incluindo sistemas CAD (Computer-Aided Design), softwares de geometria dinâmica e animações interativas, que facilitam a visualização e compreensão de conceitos geométricos e técnicos. Essas ferramentas permitem a criação de ambientes de aprendizagem mais dinâmicos e interativos, proporcionando aos alunos uma experiência educacional rica e envolvente. A inclusão de applets Java (pequenos programas que podem ser executados dentro de uma página web) e mundos VRML (Virtual Reality Modeling Language, uma linguagem de modelagem de realidade virtual para representar gráficos 3D interativos) também expande as possibilidades para o ensino a distância, permitindo que os alunos interajam com os conteúdos de forma prática e intuitiva.

A integração de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no ensino de desenho técnico tem se mostrado eficaz em potencializar o processo de aprendizagem. Custódio, Brod e Lopes (2016) investigaram a opinião dos estudantes do Curso Técnico de Eletromecânica do IFSul sobre o uso dessas tecnologias na execução de desenhos técnicos. A pesquisa, que utilizou entrevistas semiestruturadas e uma abordagem qualitativa, concluiu que as TDIC facilitaram significativamente o aprendizado, sem comprometer a aquisição de conhecimentos fundamentais. Este estudo sugere que a incorporação de TDIC no currículo de desenho técnico pode atender às demandas atuais do mercado de trabalho, tornando o processo educacional mais dinâmico e alinhado com as necessidades profissionais.

Além disso, a integração de ferramentas digitais no ensino de desenho técnico mecânico pode ser altamente benéfica para aumentar a compreensão dos alunos sobre conceitos complexos. Carneiro et al. (2018) destacam a importância de utilizar objetos de aprendizagem na forma de vídeos e GIFs animados, modelados com base em normas ABNT e bibliografia especializada, para tornar as aulas mais intuitivas e acessíveis. Esses objetos são especialmente úteis para alunos com baixa percepção espacial 3D, proporcionando uma visualização clara e interativa dos conceitos apresentados. A criação de um blog e um canal de compartilhamento via YouTube mostrou-se uma estratégia eficaz para disseminar esses recursos e melhorar a interação entre alunos e professores.

O desenvolvimento e implementação de objetos de aprendizagem (OAs) digitais também têm mostrado resultados positivos na educação técnica. Stefano et al. (2018) relatam a criação de um simulador tridimensional que auxilia os alunos na visualização e manipulação de peças virtuais em diferentes vistas. Este projeto, desenvolvido no Instituto Federal do Paraná, utilizou programas de computação gráfica como o Blender para modelar e animar peças tridimensionais, visando aprimorar a inteligência espacial dos alunos. A metodologia incluiu o uso do simulador em aulas de desenho técnico, com testes realizados tanto em grupo quanto individualmente, permitindo uma experiência de aprendizado mais interativa e personalizada.

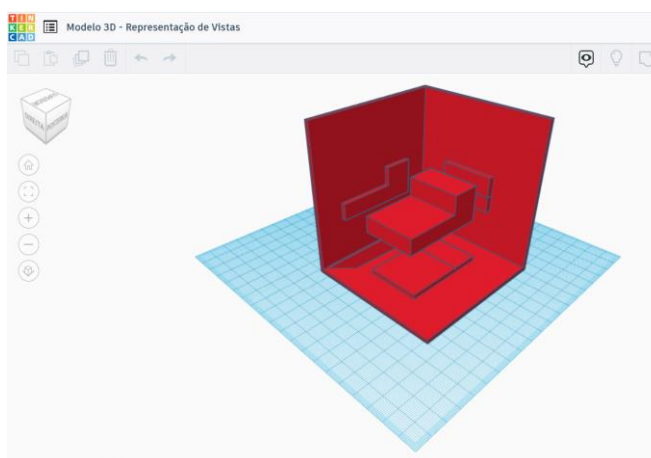
Segundo Pires e Bernardes (2017), a evolução das tecnologias de informação e comunicação tem impactado significativamente o ensino de desenho técnico. A utilização de ferramentas digitais, como softwares de CAD, e a incorporação de novas metodologias pedagógicas, são essenciais para manter o ensino atualizado e alinhado com as demandas contemporâneas do mercado. Esta integração de tecnologias avançadas no currículo de desenho técnico não só facilita a aprendizagem, mas também prepara melhor os alunos para os desafios profissionais que enfrentarão.

Baseado nessas premissas, o modelo didático criado para facilitar o entendimento das projeções ortogonais em desenho técnico foi desenvolvido utilizando uma abordagem tridimensional para representar visualmente as vistas ortogonais de um objeto simples. Este conceito foi idealizado após a observação de estudos que buscavam métodos para aprimorar a dinâmica de ensino no desenho técnico. A modelagem inicial foi realizada no Tinkercad, um software de prototipagem rápida em 3D. O modelo consistia em um retângulo central com um rebaixo, cercado por três paredes representando as projeções ortogonais das vistas frontal, lateral e superior. A escolha desse design visou simplificar a compreensão das projeções ortogonais para os alunos.

#### 4.1. Modelagem 3D e Impressão

O objeto foi modelado no software Tinkercad da Autodesk, uma ferramenta acessível e user-friendly para prototipagem rápida em 3D. O modelo consiste em um retângulo central com um rebaixo, cercado por três paredes que representam as projeções ortogonais das vistas frontal, lateral e superior. Cada parede exibe uma projeção ortogonal correspondente à sua posição relativa ao objeto central, que está suspenso (Figura 3). As dimensões do modelo são 90x90x95 mm, proporcionando uma escala adequada para manipulação manual e observação detalhada.

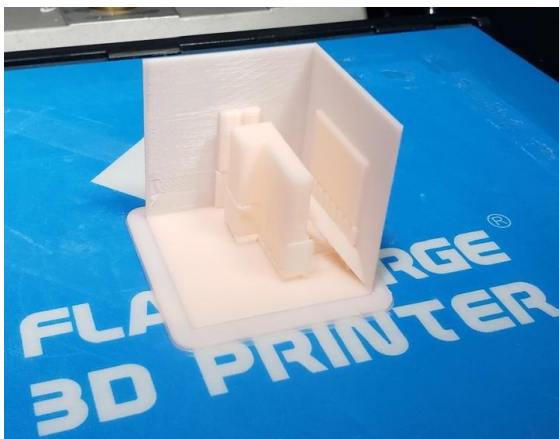
Figura 3: Modelo 3D Projetado no Tinkercad.



Fonte: Elaborado pelos Autores.

A impressão 3D foi realizada usando uma impressora Flashforge Guider IIS, empregando PLA (ácido polilático) como material devido às suas propriedades de fácil manuseio e baixa contração. As configurações específicas de impressão incluíram uma temperatura de bico de impressão de 210°C, temperatura da mesa de 30°C, altura de camada de 0,18 mm e 15% de preenchimento. Essas configurações foram escolhidas para otimizar a qualidade do modelo e garantir a durabilidade necessária para uso repetido em sala de aula. Na Figura 4 temos o modelo finalizado ainda na impressora 3D.

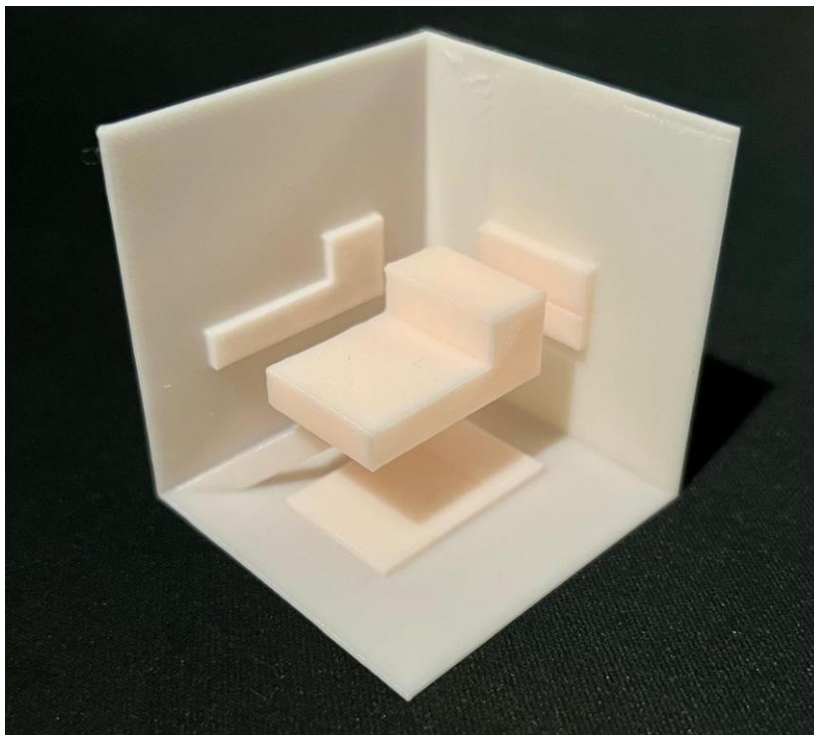
Figura 4: Modelo 3D após Finalização da Impressão.



Fonte: Elaborado pelos Autores.

Após o processo de impressão, a peça não necessitou de nenhum acabamento; apenas a remoção dos suportes foi necessária (Figura 5).

**Figura 5: Modelo 3D após Remoção dos Suportes**



Fonte: Elaborado pelos Autores.

#### **4.2. Implementação e Impacto de Modelos 3D no Ensino de Desenho Técnico**

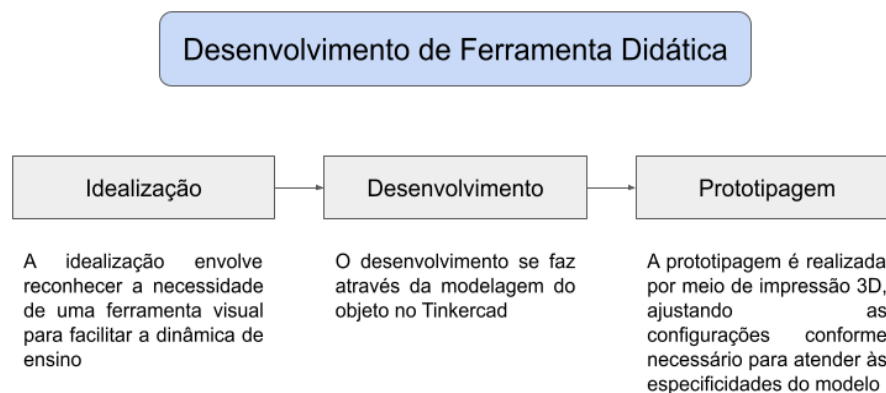
O modelo foi integrado durante as aulas de desenho técnico como um recurso didático para acompanhar a explicação das vistas ortogonais. Durante a atividade, o modelo circulou entre os alunos enquanto realizavam exercícios relacionados, servindo como uma referência física que eles poderiam utilizar para melhor visualizar e entender as projeções ortogonais de objetos tridimensionais.

O impacto do modelo na aprendizagem foi avaliado informalmente por meio de observações em sala de aula e feedback dos alunos. Foi notado um aumento significativo no engajamento e na compreensão dos conceitos de projeção ortogonal. Os alunos mencionaram que o modelo tridimensional facilitou significativamente a visualização das transformações das vistas e a correlação entre as diferentes projeções e o objeto real.

Para reproduzir este método didático em outras instituições ou contextos, os educadores devem seguir um processo de três etapas: idealização, desenvolvimento e prototipagem. O fluxograma representado na Figura 6 detalha o processo.



Figura 6: Fluxograma do Processo de Criação do Modelo 3D.



Fonte: Elaborado pelos Autores.

## 5. Resultados

Nesta seção, apresentamos e discutimos os resultados obtidos com a implementação do modelo didático 3D para o ensino de projeções ortogonais, utilizando o software Tinkercad e impressão 3D. Os resultados foram avaliados com base na eficácia do processo de criação das ferramentas didáticas, na viabilidade do método e na aceitação dos alunos.

### 5.1. Compreensão, Engajamento e Eficácia dos Modelos 3D no Ensino de Projeção Ortogonal

Após a introdução do modelo 3D nas aulas, foi observado uma melhora significativa na compreensão dos alunos sobre as projeções ortogonais. Anteriormente, muitos alunos apresentavam dificuldades em correlacionar as diferentes vistas bidimensionais com o objeto tridimensional correspondente. Com o modelo físico, os alunos puderam manipular diretamente as vistas ortogonais, o que facilitou a visualização e entendimento das relações espaciais entre as diferentes partes do objeto. O feedback dos alunos foi coletado através de discussões em grupo. A maioria dos alunos relatou que o modelo 3D ajudou a visualizar melhor as transformações das vistas e a compreender as correlações entre as diferentes projeções e o objeto real. Os alunos também mencionaram que o modelo tridimensional facilitou significativamente a aprendizagem, tornando os conceitos mais tangíveis e menos abstratos.

O uso do modelo 3D também teve um impacto positivo no engajamento dos alunos. Durante as atividades em sala de aula, os alunos demonstraram maior interesse e participação ao utilizar o modelo físico para explorar as projeções ortogonais. O feedback qualitativo coletado através de entrevistas e observações sugeriu que os alunos acharam a experiência de aprendizado mais interativa e motivadora em comparação com os métodos tradicionais baseados em livros e desenhos bidimensionais.

A eficácia geral do método foi avaliada com base no desempenho dos alunos em exercícios práticos e testes de visualização espacial. Os resultados mostraram que os alunos que utilizaram o modelo 3D tiveram um desempenho significativamente melhor em comparação com aqueles que seguiram apenas os métodos tradicionais. O estudo realizado por Prieto e Velasco (2006) destaca a importância da aptidão de visualização espacial como

previsor do desempenho acadêmico em disciplinas técnicas, como o desenho técnico. Utilizando testes específicos de visualização espacial e raciocínio indutivo, aplicados a estudantes de engenharia, os autores concluíram que a visualização espacial é o melhor indicador do rendimento acadêmico. Este achado corrobora a relevância de desenvolver habilidades de visualização espacial nos alunos, o que pode ser potencializado pelo uso de modelos 3D no ensino de projeções ortogonais.

A aplicação de instrumentos interativos de desenho técnico resultou em um aumento significativo nos índices de aprovação dos alunos. Conforme relatado por Stefano et al. (2018), a taxa de aprovação subiu de 59% para 72% após a introdução do objeto de aprendizagem digital. Este incremento indica que a utilização de recursos tecnológicos inovadores pode efetivamente melhorar a compreensão dos alunos e reduzir as taxas de reprovação em disciplinas técnicas.

Os resultados do estudo de Custódio, Brod e Lopes (2016) indicam uma aceitação positiva das ferramentas pelos alunos, que destacaram a facilidade de aprendizagem proporcionada por essas tecnologias. A utilização de softwares como SolidWorks não só melhorou a qualidade da aprendizagem, mas também tornou as aulas mais interativas e envolventes. A pesquisa revelou que os alunos se sentem mais preparados para o mercado de trabalho quando têm acesso a ferramentas digitais, evidenciando a importância de atualizar o currículo para incluir essas tecnologias.

## **5.2. Viabilidade e Conclusão dos Resultados do Uso de Modelos 3D no Ensino de Projeção Ortogonal**

A viabilidade do método foi avaliada com base em três critérios principais: tempo de produção, custo e aplicabilidade prática em sala de aula.

O tempo total para a modelagem e impressão de cada peça foi relativamente curto, com a modelagem no Tinkercad levando aproximadamente 2 horas e a impressão 3D de cada modelo demorando cerca de 4 horas. Esse tempo de produção é viável para a criação de múltiplos modelos em um período curto, permitindo a rápida implementação da ferramenta didática.

O custo aproximado dos materiais utilizados (insumo e eletricidade) foi baixo, com um custo estimado de R\$ 7,00 por peça. Esse custo é acessível para a maioria das instituições educacionais, tornando a adoção deste método uma opção economicamente viável.

Os modelos foram integrados durante as aulas de desenho técnico como um recurso didático, acompanhando a explicação das vistas ortogonais. Os alunos puderam manipular os modelos enquanto realizavam exercícios relacionados, o que facilitou a visualização e compreensão das projeções ortogonais de objetos tridimensionais.

Os resultados deste estudo demonstram que a criação de ferramentas didáticas utilizando modelagem 3D e impressão 3D é viável e eficaz. O processo de criação é eficiente em termos de tempo e custo, e os modelos resultantes são altamente aplicáveis e bem aceitos em ambientes educacionais. A integração de tais ferramentas no ensino de projeções ortogonais melhora significativamente a compreensão dos alunos e proporciona uma experiência de aprendizado mais envolvente e interativa.

## 6. Considerações Finais

Este estudo explorou o uso de modelagem 3D e impressão 3D como ferramentas didáticas inovadoras para o ensino de projeções ortogonais no desenho técnico. A pesquisa demonstrou que a integração dessas tecnologias pode melhorar significativamente a compreensão dos alunos, facilitar a visualização das projeções ortogonais e aumentar o engajamento em sala de aula. Os resultados indicam que os modelos 3D, quando utilizados como recursos didáticos, ajudam a superar as limitações dos métodos bidimensionais tradicionais. Os alunos relataram uma melhor compreensão das relações espaciais entre as diferentes vistas ortogonais e um maior interesse nas atividades de aprendizagem. A facilidade de manipulação dos modelos físicos permitiu uma experiência de aprendizado mais interativa e concreta, reduzindo a abstração associada às projeções bidimensionais.

Os achados de Stefano et al. (2018) ressaltam a eficácia dos objetos de aprendizagem digitais no ensino de desenho técnico. O aumento na taxa de aprovação dos alunos demonstra que tais ferramentas não apenas facilitam a visualização de conceitos complexos, mas também engajam os alunos de maneira mais dinâmica e interativa. A implementação de simuladores tridimensionais, como descrito no estudo, pode ser vista como uma abordagem complementar eficaz às metodologias tradicionais, promovendo um ambiente de aprendizagem mais inclusivo e eficiente.

Custódio, Brod e Lopes (2016) enfatizam que a inclusão de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no ensino de desenho técnico é uma resposta às exigências do ambiente de trabalho contemporâneo. O estudo mostra que essas tecnologias aumentam a motivação dos alunos e melhoram sua capacidade de visualizar e manipular desenhos técnicos. Esses achados são consistentes com outros estudos que defendem a modernização das metodologias de ensino para incluir tecnologias digitais, promovendo uma educação mais eficaz e relevante.

Os resultados obtidos por Carneiro et al. (2018) corroboram a eficácia do uso de tecnologias digitais no ensino de desenho técnico. A implementação de objetos de aprendizagem digitais, como vídeos e GIFs animados, facilitou a compreensão dos alunos e tornou as aulas mais dinâmicas e interativas. Este estudo reforça a necessidade de adaptação das metodologias de ensino às demandas da era digital, promovendo a inclusão de recursos tecnológicos para enriquecer o processo de aprendizagem.

Os resultados obtidos por Santos e Martinez (2000) reforçam a eficácia do uso de tecnologias digitais no ensino de desenho técnico e geometria. A implementação de softwares e ferramentas digitais, como sistemas CAD e applets Java, não só melhora a compreensão dos alunos sobre os conceitos apresentados, mas também aumenta o engajamento e a interação em sala de aula. Estes achados destacam a importância de adaptar as metodologias de ensino às inovações tecnológicas disponíveis, promovendo uma educação mais moderna e eficaz.

Prieto e Velasco (2006) argumentam que a aptidão de visualização espacial é crucial para o sucesso acadêmico em cursos técnicos. Este estudo fornece um suporte teórico significativo para a implementação de métodos didáticos que envolvem a modelagem 3D, visando melhorar a capacidade dos alunos de manipular mentalmente figuras tridimensionais complexas. A integração de modelos 3D no ensino não só facilita a compreensão dos conceitos, mas também atende às necessidades de estudantes com diferentes níveis de aptidão espacial, promovendo um aprendizado mais inclusivo e eficaz.

A viabilidade do método foi confirmada pela análise do tempo de produção, custo e aplicabilidade prática. O processo de criação dos modelos 3D foi eficiente em termos de tempo

e custo, tornando-se uma opção acessível para a maioria das instituições educacionais. A aceitação positiva dos alunos reforça a eficácia do método e seu potencial de aplicação em diferentes contextos educacionais.

Embora os resultados sejam promissores, a pesquisa apresenta algumas limitações. A avaliação foi baseada principalmente em observações informais e feedback dos alunos, sugerindo a necessidade de estudos futuros que incluam métodos de avaliação mais quantitativos e controlados. Além disso, a pesquisa foi conduzida em um ambiente específico de sala de aula, e seria valioso explorar a aplicabilidade do método em outros níveis e disciplinas educacionais.

As contribuições deste estudo são significativas para a literatura existente sobre educação técnica, oferecendo insights valiosos sobre o uso de tecnologias emergentes no ensino de conceitos fundamentais. Espera-se que esta pesquisa incentive a adoção de ferramentas digitais modernas no ensino de desenho técnico e inspire novas investigações na área.

Por fim, as possibilidades futuras incluem a expansão da pesquisa para incluir uma análise mais detalhada dos impactos a longo prazo do uso de modelos 3D no desempenho acadêmico dos alunos, bem como a exploração de outras tecnologias complementares, como a realidade aumentada e virtual, para enriquecer ainda mais a experiência de aprendizado.

## Agradecimento

Este trabalho recebeu apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, por meio do **Processo: 307215/2022-9**

## Referências

**BRASIL. Ministério da Educação.** Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. Brasília, 2017.

**BRASIL. Ministério da Educação/ Secretaria de Educação Média e Tecnológica.** Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília, 1999.

CARNEIRO, Joyce Barbosa; VASCONCELOS, Samuel Pereira de; ARAÚJO, Bruno Allison. O uso de ferramentas digitais como objeto de aprendizagem no ensino de desenho técnico mecânico. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, João Pessoa, n. 42, p. 22-30, ago. 2018. ISSN 2447-9187. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1361>. Acesso em: 26 Mai. 2024. doi: 10.18265/1517-03062015v1n42p22-30.

CASTRO, Laura Tiemme de; MATHIAS, Carmen. **Estudando sólidos geométricos a partir de suas vistas ortogonais com auxílio do GeoGebra.** 2019. DOI 10.35417/978-85-92921-51-4\_178.

CUSTÓDIO, T. V.; BROD, F. A. T.; LOPES, J. L. Tecnologia digital como recurso didático para potencializar o processo de aprendizagem em desenho técnico na educação profissional. **Revista Thema**, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 80–98, 2016. DOI 10.15536/thema.13.2016.80-98.360.

Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/360>. Acesso em: 26 maio. 2024.

KOK, P. J.; BAYAGA, A. Enhancing graphic communication and design student teachers' spatial visualisation skills through 3D solid computer modelling. **African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education**, v. 23, n. 1, p. 52-63, 2019. DOI 10.1080/18117295.2019.1587249.

NOVAK, E. **3D printing in education**. Routledge, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4324/9781138609877-REE81-1>. Acesso em: 01/05/2024. DOI 10.4324/9781138609877-REE81-1.

PIRES, Roberto. Wanner.; BERNARDES, Maurício Moreira e Silva. **Considerações sobre o ensino de desenho técnico**. In: BERNARDES, Maurício Moreira e Silva; LINDEN, Júlio Carlos de Souza van der (Orgs.). Design em Pesquisa – Vol. I. Porto Alegre: Marcavisual, 2017. p. 374-392.

PRIETO, G.; VELASCO, A. D. Visualização espacial, raciocínio indutivo e rendimento acadêmico em desenho técnico. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 10, n. 1, p. 11-20, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-85572006000100002>. Acesso em: 29/05/2024. DOI 10.1590/S1413-85572006000100002.

ROJAS MORENO, N.; SANTANA RODRÍGUEZ, O.; PÉREZ MORA, M. **Perspectiva isométrica**. Universidad de los Andes, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1992/55804>.

SANTOS, Eduardo Toledo e MARTINEZ, Maria Laura. **Software para ensino de geometria e desenho técnico**. 2000, Anais. Santa Catarina: ABEG, 2000. Acesso em: 26 maio 2024.

SERRA, S. M. B. **Expressão Gráfica para Engenharia**. Apostila do Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, 2008.

STEFANO PIECHNICKI, S.; KOVALESK, L.; RIBEIRO, J. Um objeto de aprendizagem para o ensino de desenho técnico. **Revista PINDORAMA**, [S. l.], v. 2, n. 02, p. 13, 2018. DOI: 10.55847/pindorama.v2i02.389. Disponível em: <https://publicacoes.ifba.edu.br/Pindorama/article/view/389>. Acesso em: 26 maio. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE. **Perspectiva Isométrica. Desenho básico**. Disponível em: <https://desenhobasicouff.weebly.com/perspectiva1.html>. Acesso em: 01 maio 2024.

WISDOM, Sonya; NOVAK, Elena. **Using 3D printing to enhance STEM teaching and learning: recommendations for designing 3D printing projects**. 2019. DOI 10.1163/9789004415133\_010.