

# **O PAPEL DAS FERRAMENTAS DIDÁTICAS 3D NA EDUCAÇÃO INCLUSIVA NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**

## ***THE ROLE OF 3D TEACHING TOOLS IN INCLUSIVE EDUCATION IN DISTANCE LEARNING***

Giovanna do Vale Ribeiro – SENAI-PR; Jaqueline da Cruz – SENAI-PR; Fernanda Pinhelli – SENAI-PR; Emanuel Aquino Gonçalves – SENAI-PR; Heliomar Machado Ribeiro – SENAI-PR

gvribeiro18@gmail.com, jaqueline\_dacruz@hotmail.com, pinhellifernanda@gmail.com, emanuelgaquino@gmail.com, heliomarest@gmail.com

**Resumo.** O presente estudo aborda o desenvolvimento e aplicação de ferramentas didáticas tridimensionais (3D) voltadas para a inclusão de alunos com deficiência visual na Educação a Distância (EaD), com foco no curso técnico de edificações. A pesquisa utilizou uma metodologia baseada na modelagem digital, impressão 3D e adaptação de protótipos, incluindo inscrições em braile. O modelo desenvolvido, centrado no sistema estrutural viga-pilar, foi validado por meio de provas de conceito, demonstrando sua eficácia na promoção do aprendizado prático e acessível. Os resultados evidenciam o potencial das tecnologias assistivas na democratização do ensino técnico, contribuindo para a equidade educacional e inclusão social.

**Palavras-chave:** tecnologias assistivas; impressão 3D; deficiência visual; recursos didáticos; curso técnico.

**Abstract.** This study explores the development and application of three-dimensional (3D) teaching tools aimed at including visually impaired students in Distance Education, with a focus on the technical course in construction. The research employed a methodology based on digital modeling, 3D printing and prototype adaptation, incorporating Braille inscriptions. The developed model, centered on the beam-column structural system, was validated through proof-of-concept testing, demonstrating its effectiveness in fostering practical and accessible learning. The results highlight the potential of assistive technologies in democratizing technical education, contributing to educational equity and social inclusion.

**Keywords:** assistive technologies; 3D printing; visual impairment; didactic resources; technical course.

### **1 Introdução**

O modelo de EaD tem se mostrado uma alternativa relevante para a promoção da acessibilidade educacional, especialmente para pessoas que enfrentam dificuldades de deslocamento até unidades de ensino presenciais. Essa abordagem permite que alunos de diferentes contextos, incluindo aqueles com deficiência visual, que representam aproximadamente 3,4% da população brasileira, conforme dados do IBGE (IBGE, 2022), tenham a oportunidade de buscar conhecimento de maneira acessível e alinhada às suas necessidades. Contudo, apesar das facilidades oferecidas pela EaD, alunos com deficiência visual encontram desafios significativos na aprendizagem de conceitos que exigem materialização, especialmente em áreas técnicas (Almeida *et al.*, 2020; Pereira *et al.*, 2023; Sousa, 2015).

Diante desse cenário, a inserção de ferramentas didáticas em 3D se torna primordial, pois facilita o entendimento concreto dos conteúdos. Dessa forma, a utilização de recursos pedagógicos inovadores oferece a oportunidade de compreender conceitos de maneira

tridimensional, proporcionando uma experiência de aprendizagem eficaz, mesmo a distância (Moreira; Periotto, 2021; Toledo; Rizzatti, 2021).

Por isso, o objetivo deste trabalho foi elaborar uma ferramenta didática em 3D para o Curso Técnico em Edificações, visando a proporcionar aos alunos com deficiência visual uma abordagem prática e inclusiva dos conceitos essenciais dessa área. A ferramenta, além de complementar o aprendizado, garante que todos os alunos, independentemente de suas limitações, tenham as mesmas oportunidades de aprender de forma efetiva e acessível.

## 2 Metodologia

Para atingir os objetivos no que se refere à educação inclusiva, este estudo utilizou uma abordagem metodológica baseada no desenvolvimento e aplicação de materiais didáticos em 3D voltados para educação na EaD. A pesquisa foi conduzida em três etapas: desenvolvimento do *design* do protótipo em baixa resolução, prototipagem em alta resolução e prova de conceito.

Na etapa de desenvolvimento do protótipo de baixa resolução, o modelo foi projetado digitalmente, com base na criação de um sistema estrutural viga-pilar com legendas em braile, utilizando o *software* SketchUp para modelagem e, em seguida, o modelo digital foi adaptado para um modelo físico, com o auxílio do AutoCAD, um *software* compatível com impressoras de tecnologia *Fused Deposition Modeling* (FDM). Por fim, a impressão desse modelo foi realizada com o uso de uma impressora 3D.

Após a impressão do sistema viga-pilar, foi verificada a necessidade de uma base, que fizesse alusão a uma fundação para fixação/encaixe do sistema viga-pilar. A base foi projetada utilizando o AutoCAD e efetivada a materialização com o uso de chapa de MDF, com o auxílio da máquina de corte a *laser*. Além disso, foram inseridas legendas em braile na base e nos elementos estruturais para facilitar a plena compreensão.

Para a prova de conceito, o modelo físico foi testado com uma pessoa com deficiência visual, a fim de validar o protótipo, observando-se a interação e a facilidade de entendimento dos conceitos estruturais aplicados ao sistema viga-pilar.

## 3 Resultados

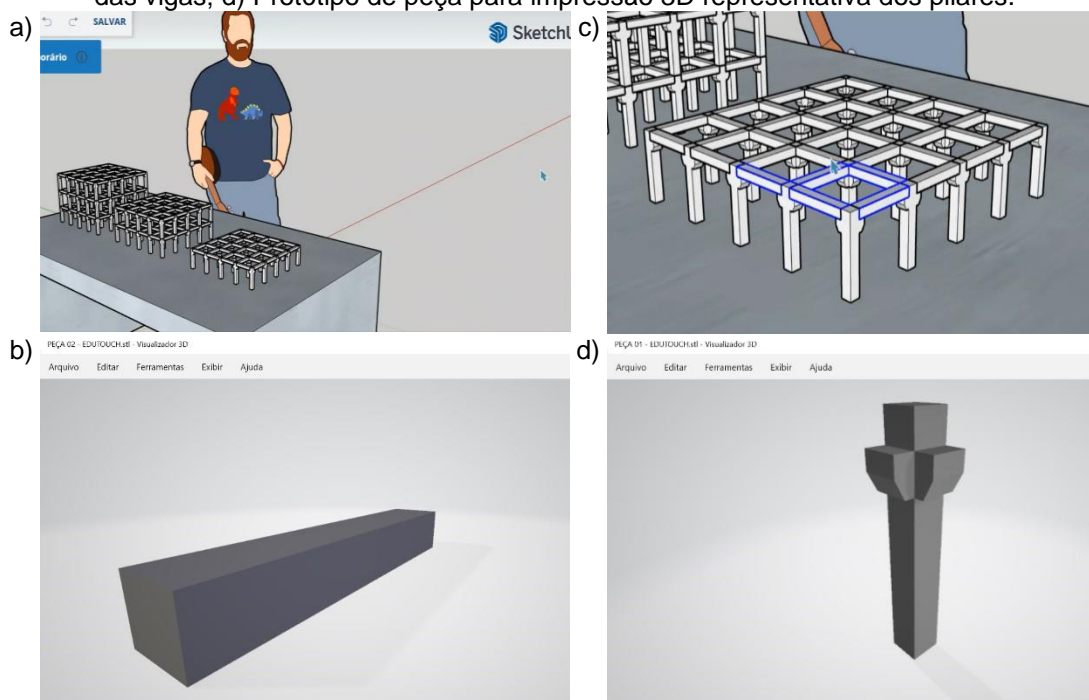
O desenvolvimento do modelo didático tridimensional vinculado ao sistema viga-pilar revelou-se uma importante contribuição para o avanço da acessibilidade na educação, especialmente no campo da construção civil. No aprendizado da viabilidade técnico-construtiva, passando pelo entendimento das propriedades dos materiais até a correta diferenciação entre estrutura, vedações, coberturas e lajes, o aluno enfrenta vários desafios inerentes ao campo disciplinar. Nesse sentido, como afirma Tamashiro (2010), os desafios aos alunos estão em sua maioria relacionados à transposição da técnica construtiva para o desenho e à dificuldade em compreender como são executados os sistemas construtivos no contexto da obra.

Este projeto parte da premissa de que todos os alunos, independentemente de suas limitações físicas ou sensoriais, têm o direito de acessar o conhecimento de forma plena e significativa. No contexto do ensino técnico e tecnológico, a necessidade de incluir recursos que possibilitem a aprendizagem prática e inclusiva é ainda mais evidente, uma vez que é primordial traduzir experiências de caráter prático e do campo do “fazer” para uma interface inteligível. Segundo Guerreiro (2012), a acessibilidade deve ser entendida como um direito fundamental que garante às pessoas com deficiência condições de alcance, percepção e uso

seguro e autônomo de espaços, serviços e informações, promovendo uma inclusão que vai além do aspecto físico, abrangendo também o ciberespaço e tecnologias de comunicação.

A modelagem (Figura 1) no *software* SketchUp foi cuidadosamente conduzida para transformar conceitos oriundos de métodos modernos de construção civil em representações didáticas, adaptadas ao ensino de alunos com deficiência visual. Nesse processo, não se tratou apenas de reproduzir as estruturas de maneira fiel à engenharia real, mas também de pensar em como essas estruturas poderiam ser traduzidas em um formato acessível. Para isso, foi necessário considerar aspectos como a modularidade das peças, a clareza das formas e a possibilidade de explorar o modelo pelo toque, um dos sentidos mais importantes para pessoas com deficiência visual. A primeira parte da modelagem foi conduzida de forma a priorizar a fidelidade ao sistema construtivo e aos encaixes na escala real da construção – transpondo, por exemplo, as dinâmicas de transferência de cargas por meio das vigas e pilares ao solo. Posteriormente, foram realizadas as adequações de modularidade, pensando na escala do objeto ao toque – sendo reproduzidas em diferentes combinações e tipologias, de forma a demonstrar a possibilidade de construir modelos mais verticalizados.

Figura 1 - Modelagem inicial do didático 3D do sistema estrutural viga-pilar: a) Reprodução da modularidade em diferentes níveis de verticalidade; b) Destaque especial aos elementos que compõem o conjunto – neste caso as vigas; c) Protótipo de peça para impressão 3D representativa das vigas; d) Protótipo de peça para impressão 3D representativa dos pilares.



Fonte: autores (2024).

A materialização do protótipo (Figura 2) do sistema estrutural viga-pilar representa um passo significativo na aplicação de tecnologias assistivas na educação. A base foi cortada em uma máquina a *laser*, garantindo estabilidade, enquanto o sistema viga-pilar foi impresso utilizando tecnologia de impressão 3D, possibilitando a criação de estruturas tridimensionais com alto nível de detalhamento. Essa combinação de técnicas, juntamente com a legenda em braile nas peças, permite a produção de um modelo tátil que não apenas reproduz conceitos técnicos com fidelidade, mas também facilita o acesso ao aprendizado para alunos com deficiência visual.

Figura 2 - Modelo didático 3D do sistema estrutural viga-pilar: a) Base para inserção dos pilares com inscrição em braile; b) inscrição em braile para identificação das vigas e pilares; c) Perspectiva da protótipo viga-pilar; d) Pilares encaixados na base; e) Vista superior do protótipo viga-pilar.



Fonte: autores (2024).

Bueno (1997) argumenta que a inclusão de pessoas em situação de desvantagem historicamente foi marcada por práticas segregadoras, mas ressalta que, com o avanço de políticas e práticas inclusivas, é essencial repensar a educação de forma a proporcionar equidade e acesso pleno ao conhecimento para todos. A acessibilidade na educação vai além de cumprir uma função estritamente técnica; é necessário, sobretudo, um olhar humanizado e que coloca o educando como agente central de seu próprio aprendizado. A educação universal desempenha um papel de compromisso na inclusão social, abrindo portas para que grupos historicamente excluídos ou marginalizados tenham acesso a oportunidades de aprendizado e crescimento. No campo da construção civil, no qual a compreensão prática dos conceitos estruturais é fundamental, a criação de um modelo tátil que permita a experiência

prática representa uma inovação importante. Ferramentas como essa possibilitam que alunos com deficiência visual explorem, de forma autônoma, conceitos como alinhamento, proporção e interação entre os elementos estruturais de uma edificação.

A materialização do modelo por meio da impressão 3D foi outro marco significativo deste projeto que, além de transformar o protótipo digital em um recurso palpável, também garantiu que o modelo pudesse ser testado e avaliado em um ambiente de ensino real. Durante a prova de conceito, foi possível observar como o aluno com deficiência visual interagiu com o modelo, reconhecendo seus elementos, identificando suas funções e compreendendo como eles se relacionam dentro de um sistema estrutural. Essa interação tátil enriqueceu a experiência de aprendizado, oferecendo uma oportunidade de vivenciar os conceitos de forma prática e concreta.

É importante destacar que a acessibilidade na educação não é apenas uma questão técnica ou pedagógica, mas um direito fundamental. Quando promovemos a inclusão, estamos criando um ambiente no qual todos os alunos possam participar plenamente do processo educacional. Isso não beneficia diretamente apenas os estudantes com deficiência, mas também fortalece uma cultura inclusiva, que valoriza a diversidade e reconhece as capacidades de cada indivíduo.

No campo da construção civil, a prática desempenha um papel central no aprendizado. Assim, a falta de recursos acessíveis pode privar alunos com deficiência visual de uma experiência educacional significativa. Modelos como o desenvolvido neste projeto são essenciais para mudar essa realidade, demonstrando que é possível ensinar conceitos técnicos de forma acessível e inclusiva. Além disso, iniciativas como essa mostram que o uso de tecnologias, como a impressão 3D, não é apenas uma ferramenta de inovação, mas também uma aliada na promoção da igualdade de oportunidades. Os resultados alcançados neste projeto vão além da validação de um protótipo, mostrando que, com esforço e criatividade, é possível superar barreiras que antes pareciam intransponíveis. O modelo didático 3D não se limita a ser uma solução técnica, mas um símbolo do compromisso com a inclusão e a democratização do ensino. Esse avanço abre espaço para que outras áreas do conhecimento técnico explorem maneiras de tornar seus conteúdos acessíveis, assegurando que todos os alunos tenham oportunidades iguais de aprendizado.

Essa iniciativa também levanta questões importantes sobre o papel das instituições de ensino na promoção da acessibilidade. Projetos como este devem ser encarados como exemplos de boas práticas, que podem ser replicadas e expandidas para outros cursos e disciplinas. A criação de recursos didáticos acessíveis não deve ser vista como um esforço isolado, mas como uma parte integrante da missão educacional de preparar os alunos para o mundo do trabalho e para a vida em sociedade. Ademais, foi possível perceber que a construção de modelos didáticos acessíveis não é apenas uma questão de cumprir metas educacionais, mas de transformar vidas. Ao proporcionar uma experiência prática e acessível, estamos oferecendo aos alunos com deficiência visual a oportunidade de explorar suas habilidades, desenvolver suas competências e participar ativamente de um setor tão importante como o da construção civil. Este projeto é um passo significativo nessa direção, mas também um lembrete de que ainda há muito a ser feito para garantir que, verdadeiramente, a educação seja para todos.

#### **4 Conclusão**

A criação do protótipo do sistema viga-pilar adaptado para deficientes visuais demonstrou melhoria na compreensão do sistema estrutural, de acordo com a prova de conceito, embora

Giovanna do Vale Ribeiro, Jaqueline da Cruz, Fernanda Pinhelli, Emanuel Aquino Gonçalves,  
Heliomar Machado Ribeiro

com algumas ressalvas. Posteriormente, a estrutura será revisada com base no *feedback* de uma turma com alunos deficientes visuais, a fim de ampliar o uso de tecnologias assistivas no ambiente educacional e, assim, validar um recurso eficaz e replicável para outras disciplinas e cursos.

## Referências

- ALMEIDA, M. S.; CASTRO, J. N.M.; CRUZ, W. T.; ALMEIDA, R. Q. Construção de uma maquete do Sistema Solar com controle de temperatura para alunos com deficiência visual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, e2019009, 2020.
- BUENO, J. G. S. Educação especial no Brasil: história e políticas públicas. In: BUENO, J. G. S. (Org.). **Educação especial: políticas, escolas e práticas pedagógicas**. São Paulo: Autores Associados, 1997. p. 159-174.
- GUERREIRO, E. M. B. R. A acessibilidade e a educação: um direito constitucional como base para um direito social da pessoa com deficiência. **Revista de Educação Especial**, Santa Maria, v. 25, n. 43, p. 217-232, maio/ago. 2012. Disponível em: <http://www.ufsm.br/revistaeducacaoespecial>. Acesso em: 6 dez. 2024.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pessoas com deficiência e as desigualdades sociais no Brasil**. Estudos e Pesquisas, Informação Demográfica e Socioeconômica, Rio de Janeiro, n. 47, 2022. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101964\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101964_informativo.pdf). Acesso em: 2 dez. 2024.
- MOREIRA, G. R.; PERIOTTO, T. R. C. Criação e compartilhamento do conhecimento usando tecnologia de impressão 3d em obras de arte para o aluno deficiente visual. **Revista Valore**, v. 5, e-5018, 2021. <https://doi.org/10.22408/reva502020271e-5018>.
- PEREIRA, A. M. A. CELESTINO, T. F. S. RIBEIRO, E. R. J. Determinantes para uma Educação Física Inclusiva: percepção de um conjunto de professores especialistas em inclusão. **Retos**, n. 47, 2023. p. 282-291.
- SOUSA, J. B. **O que vê a cegueira: a escrita Braille e sua natureza semiótica**. João Pessoa: UFPB, 2015.
- TAMASHIRO, H. A. **Entendimento técnico-construtivo e desenho arquitetônico: uma possibilidade de inovação didática**. 2010. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18142/tde-05012011-152301/>.
- TOLEDO, K. C.; RIZZATTI, I. M. Modelos atômicos e a impressora 3D: proposta para a inclusão de alunos deficientes visuais no ensino de química. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 2, p. 473-485, [S. l.], 2021.