

Anatomia Tátil 3D: avanços na construção de recursos táteis para pessoas com deficiência visual

Góes, Anderson Roges Teixeira¹; Pinheiro, Poliana Batista²; Cabreira, Isabela Inês Nunes³

1 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, artgoes@ufpr.br.

2 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, poliana.pinheiro@ufpr.br.

3 – Universidade Federal do Paraná, UFPR, isabelainesnunes@ufpr.br.

*Correspondência: Rua Cel. Francisco Heráclito dos Santos, 100 – Jardim das Américas – Curitiba – PR.

DOI 10.52050/9788579177132-06

RESUMO

A ausência de recursos acessíveis para o ensino de anatomia dificulta a participação plena de estudantes com deficiência visual em cursos da área da saúde. Este estudo teve como objetivo desenvolver peças anatômicas tridimensionais voltadas ao ensino inclusivo, com foco na acessibilidade tátil. Foram utilizadas técnicas de modelagem no Blender e impressão 3D, baseadas em imagens anatômicas e nos princípios do Desenho Universal. O resultado foi a criação de protótipos com texturas táteis e identificação em Braille e tinta. Conclui-se que a iniciativa contribui para práticas pedagógicas acessíveis e inclusivas no ensino superior em saúde e design.

Palavras-chave: Material didático, Impressão 3D, Desenho Universal

ABSTRACT

The lack of accessible resources for teaching anatomy hinders the full participation of visually impaired students in health-related higher education. This study aimed to develop three-dimensional anatomical models focused on tactile accessibility and inclusive learning. Modeling techniques using Blender and 3D printing were employed, based on anatomical images and the principles of Universal Design. The result was the creation of prototypes with tactile textures and identification in both Braille and ink. It is concluded that the initiative contributes to accessible and inclusive pedagogical practices in higher education, particularly in the fields of health and design.

Keywords: Educational material, 3D printing, Universal Design

1. INTRODUÇÃO

O projeto “Anatomia Tátil 3D” configura-se como uma Tecnologia Assistiva (TA) voltada à promoção da aprendizagem de conteúdos de anatomia humana de forma equitativa, interativa e autônoma. Seu desenvolvimento está fundamentado nos princípios do Desenho Universal (DU), abordagem que propõe a concepção de produtos, ambientes e serviços acessíveis a todas as pessoas, independentemente de suas capacidades físicas, sensoriais ou cognitivas, sem a necessidade de adaptações posteriores (BRASIL, 2015). O DU visa garantir que todos os indivíduos possam usufruir das mesmas oportunidades de acesso, participação e aprendizagem, promovendo a acessibilidade e a inclusão de maneira natural, integrada e efetiva (CARLETTTO; CAMBIAGHI, 2007).

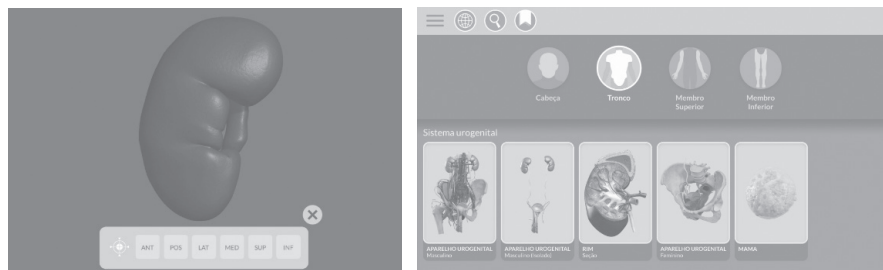
A iniciativa resulta de uma cooperação entre a Secretaria Municipal de Educação de São José dos Pinhais, a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e o Instituto Federal do Paraná (IFPR), articulada por meio do fomento da Fundação Araucária, no âmbito do programa Novos Arranjos de Pesquisa e Inovação em Tecnologia Assistiva (NAPI-TA). Essa parceria visa promover a inovação tecnológica aplicada à educação inclusiva, desenvolvendo recursos que atendam às diversas necessidades educacionais dos estudantes. Por meio do uso de TAs pedagógicas, o projeto busca oferecer condições de aprendizagem que respeitem a diversidade do público escolar, ampliando as possibilidades de participação ativa e significativa dos estudantes no processo de ensino de aprendizagem, como sugerido por Góes, Costa e Góes (2025).

O “Anatomia Tátil 3D” foi anteriormente apresentado no Congresso Brasileiro de Tecnologia Assistiva (CBTA), edição de 2023. Nesta nova submissão, objetiva-se divulgar os resultados posteriores e os avanços obtidos na fase mais recente do desenvolvimento, incluindo aspectos técnicos, pedagógicos e os impactos observados na prática educativa, especialmente em contextos inclusivos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto intitulado “Anatomia Tátil 3D” consiste no desenvolvimento de peças anatômicas dos órgãos do tronco humano, por meio de técnicas de modelagem tridimensional e impressão 3D, com foco na acessibilidade e no apoio ao ensino de anatomia em contextos inclusivos. O processo tem início com a obtenção de imagens anatômicas a partir de diferentes vistas — frontal, lateral, superior e inferior — as quais são essenciais para a criação de modelos com fidelidade morfológica.

Figura 01 - Captura de tela do aplicativo “Anatomia 3D - Atlas” com as vistas anatômicas utilizadas

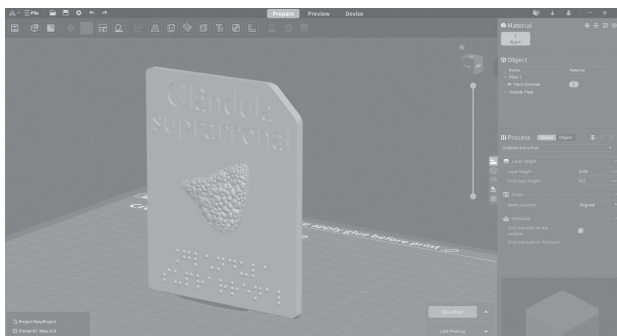


Para isso, utiliza-se o aplicativo “Anatomia 3D – Atlas”, que em sua versão paga oferece representações detalhadas de órgãos e tecidos humanos. Para garantir a precisão das proporções durante a modelagem, é fundamental que a visualização do órgão no aplicativo esteja centralizada na tela e mantenha uma escala uniforme. A partir disso, realiza-se a captura de tela de cada vista anatômica, a qual servirá como referência visual para a modelagem no software Blender, uma ferramenta de código aberto amplamente utilizada na criação de objetos tridimensionais.

No ambiente do Blender, inicia-se o processo de modelagem com a inserção da imagem da vista frontal, que é alinhada e fixada na interface para evitar desalinhamentos ao longo da edição. Em seguida, adiciona-se uma geometria básica – geralmente uma esfera com malha subdividida – e inicia-se o processo de escultura digital (Sculpting).

As vistas superior e inferior também são inseridas e alinhadas posteriormente, a fim de validar a conformidade do modelo nas diferentes perspectivas. Durante a escultura, são reproduzidas as características táteis do tecido, o que favorece a identificação sensorial da peça por usuários com deficiência visual. A modelagem também contempla a criação de placas de legenda padronizadas, destinadas à identificação textual e tátil do órgão.

Figura 02 - Modelo da placa com o cubo dimensionado e o chanfro no canto superior direito



Em seguida, é inserido o nome do órgão em baixo relevo, utilizando o alfabeto tradicional em tinta, de modo que não interfira na leitura do Braille ou na percepção tátil da textura anatômica. A representação em Braille é construída com base em semiesferas, modeladas conforme os parâmetros estabelecidos pela ABNT (“Normas Técnicas para a Produção de Textos em Braille”, 2006).

Ao centro da placa, uma miniatura do órgão em relevo tridimensional é incorporada. Além disso, são aplicados arredondamentos nos cantos da peça, com o intuito de tornar o manuseio mais ergonômico, seguro e esteticamente agradável. Após a finalização da modelagem, o arquivo é exportado no formato .STL e aberto no software Cura, que realiza a etapa de fatiamento (slicing). Concluída essa etapa, o arquivo é convertido para o formato G-Code, compatível com a impressora 3D, e transferido para um dispositivo removível.

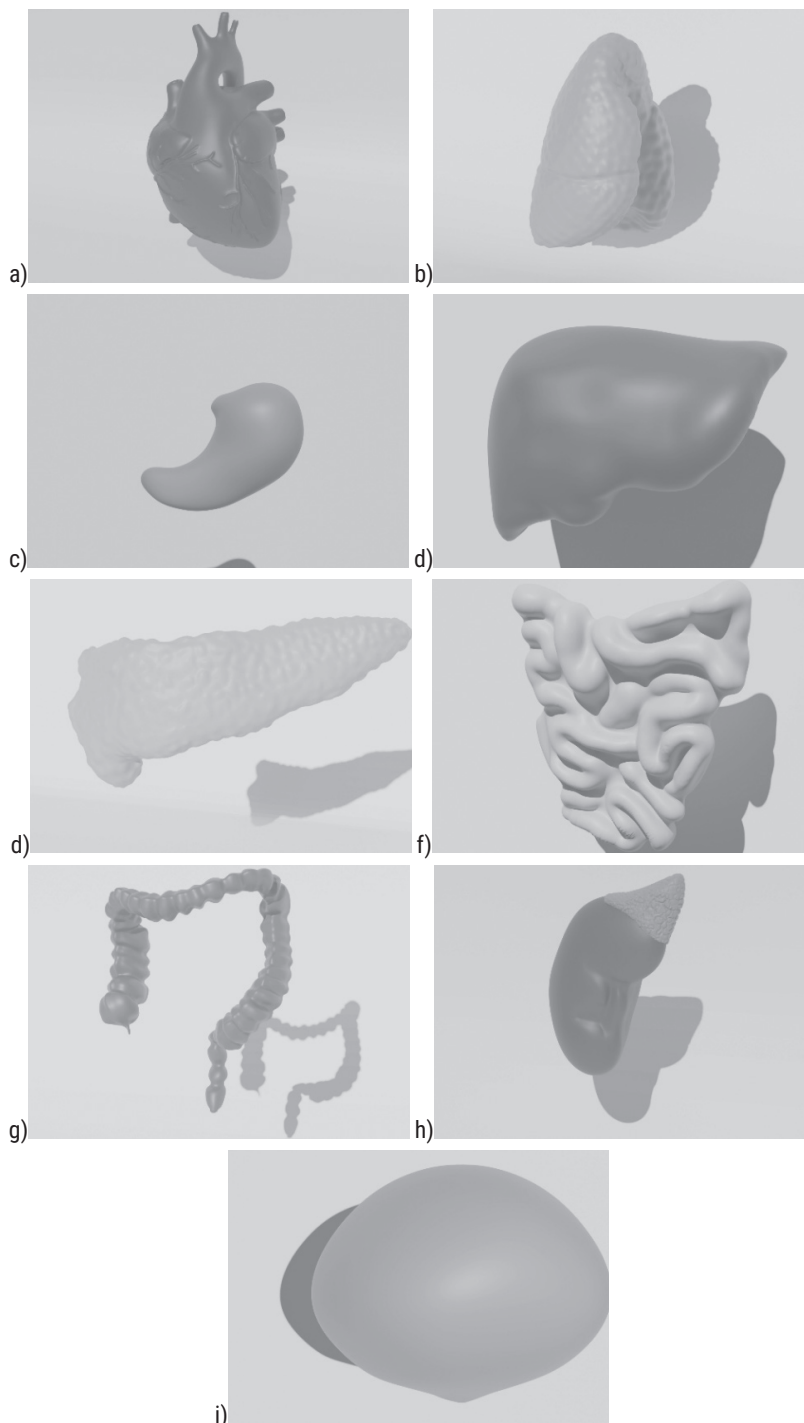
Para a impressão, é essencial realizar o nivelamento da mesa de impressão, além de verificar a integridade do filamento PLA. A máquina deve ser previamente aquecida, tanto na mesa quanto no bico extrusor. Ao término, a peça pode passar por uma fase de pós-produção, que inclui a remoção de suportes, aplicação de acabamentos e pintura. Assim, destacamos o processo geral de produção de cada órgão que compõe a Anatomia Tátil 3D.

3. RESULTADOS

Como desdobramento das etapas de modelagem e impressão anteriormente descritas, foram desenvolvidos os primeiros protótipos do conjunto didático “Anatomia Tátil 3D”. Esta fase contempla a construção de representações anatômicas tridimensionais voltadas à aprendizagem tátil e inclusiva, em consonância com os princípios do DU. Os resultados apresentados a seguir incluem tanto os órgãos modelados quanto as respectivas placas de legenda, concebidas para favorecer o reconhecimento morfológico e a identificação textual e em Braille por parte dos estudantes, especialmente aqueles com deficiência visual.

Foram modelados, até o presente momento, nove órgãos do sistema digestório, urinário e circulatório, a saber: coração (Figura 03a), pulmão (Figura 03b), estômago (Figura 03c), fígado (Figura 03d), pâncreas (Figura 03e), intestino delgado (Figura 03f), intestino grosso (Figura 03g), rim (Figura 03h) e bexiga (Figura 03i).

Figura 03 - a) coração; b) pulmão; c) estômago; d) fígado; e) pâncreas;
f) intestino delgado; g) intestino grosso; h) rim; i) bexiga



Para cada um desses órgãos apresentados na Figura 03, foi desenvolvida uma placa de legenda padronizada, contendo o nome em tinta, a representação em Braille e uma miniatura tridimensional com relevo anatômico.

Além da modelagem dos órgãos em si, foi projetada uma adequação nas placas de legenda, que agora incorporam uma seção do próprio órgão modelado. Essa escolha visa representar fielmente a textura anatômica em escala reduzida, de forma que o usuário possa associar o nome e o Braille à sensação tátil do tecido correspondente. Essa estratégia amplia o potencial pedagógico e sensorial das peças, especialmente para pessoas com deficiência visual.

Nesta primeira etapa de produção, as peças modeladas e impressas serão submetidas a um teste de usabilidade, que será realizado antes da inserção de detalhes adicionais, como a textura interna dos órgãos e o encaixe das peças em um tronco anatômico modular — elemento ainda em desenvolvimento.

4. DISCUSSÃO

A proposta “Anatomia Tátil 3D” se fundamenta nos princípios do Desenho Universal (DU), conforme estabelecido por autores como Carletto e Cambiaghi (2007) e pelas diretrizes nacionais (Brasil, 2015), que propõem o desenvolvimento de produtos, ambientes e serviços acessíveis a todas as pessoas, independentemente de suas condições físicas, sensoriais, cognitivas ou sociais. A seguir, discutem-se os aspectos do material desenvolvido à luz dos sete princípios do DU.

- **Igualitário:** O conjunto de peças busca garantir a acessibilidade por meio da incorporação simultânea de recursos visuais, táteis e tátil-visuais. O uso do sistema Braille, da escrita em fonte ampliada, da aplicação de cores contrastantes e da diferenciação de texturas possibilita que estudantes com e sem deficiência utilizem o mesmo recurso em situações de aprendizagem inclusiva. Essa abordagem evita a segregação de materiais e promove a equidade no acesso às informações, elemento central do DU.
- **Adaptável:** O material foi concebido para ser modular e versátil, permitindo sua adaptação a diferentes contextos pedagógicos. As placas de legenda e os órgãos podem ser utilizados de forma isolada ou articulada, possibilitando que professores adaptem sua utilização conforme os objetivos da aula, o nível de ensino e as características dos alunos. Essa flexibilidade está em consonância com o princípio da adaptabilidade, que prevê a personalização de recursos sem comprometer sua funcionalidade ou estética.

- **Conhecido (ou intuitivo):** As peças foram desenvolvidas com base em elementos essenciais à compreensão anatômica, evitando informações supérfluas que poderiam dificultar a aprendizagem, especialmente para estudantes com deficiência intelectual ou visual. A seleção dos elementos anatômicos foi orientada pela etapa de ensino do público-alvo, priorizando estruturas com relevância didática e formas que possam ser reconhecidas pelo tato ou pela visão.
- **Óbvio:** A representação tridimensional dos órgãos visa comunicar informações de forma clara e acessível. O uso de texturas específicas para simular diferentes tipos de tecido, juntamente com a diferenciação por cores, contribui para tornar o material facilmente compreensível. A clareza na organização das informações e a padronização visual reforçam a previsibilidade e a facilidade de uso — aspectos fundamentais para a inclusão de estudantes com deficiência.
- **Seguro:** As placas de legenda e as peças anatômicas foram projetadas com arestas arredondadas, evitando riscos durante o manuseio, especialmente por crianças ou pessoas com comprometimentos motores. Além disso, as dimensões das peças seguem parâmetros ergonômicos, permitindo uma manipulação confortável e segura.
- **Sem esforço:** O material é produzido em ácido polilático (PLA), um biopolímero leve e resistente, facilitando o transporte e o uso em atividades didáticas. A leveza das peças, combinada com o formato anatômico ajustado ao tamanho das mãos do público-alvo, minimiza o esforço físico necessário para o manuseio, contribuindo para a autonomia do estudante.
- **Abrangente:** O projeto foi idealizado considerando diferentes perfis de estudantes, incluindo aqueles com deficiências sensoriais, motoras e intelectuais, além de pessoas com baixa visão. No entanto, para garantir a eficácia do DU, será necessário aprofundar a análise de diversos fatores que podem influenciar na usabilidade do material. Um ponto central de investigação será o impacto da textura gerada pela impressão 3D em camadas, considerando que essa característica pode interferir na percepção tátil de detalhes anatômicos. Pretende-se avaliar, portanto, se a textura de cada órgão, estrutura ou tecido permite uma diferenciação tátil adequada e se está corretamente dimensionada para a percepção das suas características morfológicas.

Outro aspecto a ser examinado refere-se às proporções do Braille utilizado nas placas. Será analisado se os pontos estão dispostos em conformidade com os

padrões da ABNT (2006), possibilitando uma leitura fluida e precisa por usuários cegos. A avaliação também incluirá o tamanho e a clareza da fonte em tinta, a fim de verificar sua legibilidade por pessoas com baixa visão, respeitando os critérios de contraste e altura de caracteres.

Também será analisada a dimensão das peças anatômicas e das placas de legenda, com o objetivo de verificar sua adequação ao manuseio por parte do público-alvo, especialmente crianças ou estudantes com mobilidade reduzida. Por fim, o uso de cores diferenciadas será avaliado quanto à sua contribuição para tornar o material mais atrativo, interativo e funcional no processo de diferenciação de estruturas anatômicas.

Essa discussão evidencia que o material apresenta um alto potencial de aplicabilidade em contextos inclusivos. No entanto, sua validação dependerá da realização de estudos com usuários finais, em especial testes de usabilidade com estudantes e professores, os quais poderão oferecer subsídios para ajustes futuros no design das peças e no aprimoramento da acessibilidade.

5. CONCLUSÕES

A criação de materiais didáticos pautados no Desenho Universal é fundamental para garantir um acesso equitativo ao conhecimento, portanto, é essencial que esses materiais sejam projetados para atender as necessidades dos estudantes, independentemente de suas habilidades ou deficiências. A união da modelagem 3D, Impressão 3D e Desenho Universal permite a criação desses materiais e a reprodução pela própria escola, que em muitos casos possui impressoras 3D. Esses recursos permitem criar materiais que permitem que os estudantes explorem conceitos de forma autônoma e interativa, possibilitando um aprendizado pleno.

A contribuição do presente estudo para a área do Design é a possibilidade de integrar as tecnologias de modelagem, impressão 3D e Desenho Universal para o desenvolvimento de produtos mais inclusivos e acessíveis, abrindo novas possibilidades na forma de projetar e de pensar no usuário.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação Araucária (FA) para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

CARLETTTO, Ana Claudia; CAMBIAGHI, Silvana. *Guia Desenho Universal: um conceito para todos*, 2007.

GOMES, Francisca Cibele da Silva. TECNOLOGIA ASSISTIVA: apontamentos iniciais para uma educação inclusiva. *Revista História em Curso*, Belo Horizonte, v. 5, n. 7, p. 325-345, jun. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*. 2020.