

Desenvolvimento de Modelos de Cardiopatia Congênita Impressos em 3D Usando Fluxo de Trabalho Viável e de Baixo Custo

Development of 3D-Printed Congenital Heart Disease Models Using Feasible Low-Cost Workflow

Hinpetch Daungsupawong¹ e Viroj Wiwanitkit²

Private Academic Consultant,¹ Vientiane - Laos

Saveetha Institute of Medical and Technical Sciences (Deemed to be University) Saveetha Dental College,² Chennai – Índia

Prezado Editor,

A publicação intitulada “Desenvolvimento de Modelos de Cardiopatias Congênitas em Impressão 3D utilizando Metodologia de Baixo Custo – Uma Potencial Ferramenta para Aprimorar o Ensino da Cardiologia Pediátrica” é aqui discutida. Este estudo apresenta um conceito interessante de utilização da tecnologia de impressão 3D para criar modelos de baixo custo de cardiopatias congênitas, uma abordagem potencial para apoiar o aprendizado anatômico e fisiopatológico. No entanto, uma limitação significativa do estudo reside na sua avaliação de resultados, que se baseia principalmente em opiniões subjetivas dos participantes. Foram utilizados apenas questionários de satisfação de médicos residentes, sem medidas quantitativas de desempenho de aprendizagem, como pontuações pré e pós-teste ou comparações com outros recursos didáticos, como imagens 2D ou modelos digitais.

Além disso, o tamanho da amostra de avaliadores não foi claramente especificado, o que pode limitar a confiabilidade das conclusões sobre a eficácia educacional. Ademais, a classificação de “100% de concordância” em diversas questões pode refletir viés de desejabilidade social.

Metodologicamente, existem limitações quanto à validade anatômica do modelo. O processo de modelagem utiliza dados de tomografia computadorizada combinados com dados de válvulas cardíacas obtidos por ecocardiografia, utilizando técnicas de mapeamento de altura, o que pode levar a erros devido à integração de dados de duas fontes de imagem com resoluções e ângulos de visão diferentes. Além disso, o uso de impressoras 3D de mesa e materiais de baixo custo pode afetar a resolução estrutural, particularmente para

pequenas estruturas como folhetos valvares ou trabéculas. A ausência de indicadores quantitativos quanto à precisão dimensional ou comparação com os dados de imagem originais, juntamente com análises estatísticas ou testes de diferenças entre modelos ou grupos de aprendizes, limita a interpretação dos resultados apenas a níveis descritivos.

Uma reinterpretação dos resultados do estudo sugere que os modelos 3D de baixo custo são valiosos não apenas pelo seu realismo anatômico, mas também desempenham um papel crucial como ferramenta para aumentar o envolvimento na aprendizagem. Esse envolvimento pode ser um fator-chave na percepção dos alunos sobre a compreensão das estruturas espaciais. A criação de um conjunto abrangente de modelos que cubram múltiplos tipos de cardiopatias congênitas também pode facilitar a aprendizagem comparativa da morfologia, benéfica para o desenvolvimento do raciocínio clínico. No entanto, essa eficácia deve ser investigada mais a fundo por meio de estudos experimentais que comparem esses modelos a métodos de ensino padrão, como a visualização digital em 3D ou a realidade virtual.

Questões para discussão futura incluem: Os modelos 3D de baixo custo superam a mídia digital a longo prazo? Qual é a resolução mínima necessária para que os modelos mantenham seu valor educacional? Qual a eficácia do uso desses modelos na comunicação com pacientes ou familiares? Além disso, a criação de um banco de dados de modelos de cardiopatia congênita de código aberto poderia ajudar a reduzir as disparidades educacionais entre instituições? Essa será uma direção fundamental para o desenvolvimento futuro dessa tecnologia.

Referências

1. Cajueiro FCM, Croti UA, Amorim RF Jr, Cardoso MRR, Costa CH, Marchi CH, et al. Development of 3D-Printed Congenital Heart Disease Models Using Feasible Low-Cost Workflow - A Potential Tool to Improve Pediatric Cardiology Education. *Arq Bras Cardiol.* 2026;123(1):e20250419. doi: 10.36660/abc.20250419.

Palavras-chave

Impressão Tridimensional; Cardiologia

Correspondência: Hinpetch Daungsupawong •

Private Academic Consultant Lak, 42 Phonhong Vientiane, 10000, Laos

E-mail: hinpetchdaung@gmail.com

Artigo recebido em 05/03/2026, revisado em 13/03/2026, aceito em 13/03/2026

DOI: <https://doi.org/10.36660/abc.20260186>

Carta-resposta

Francisco Candido Monteiro Cajueiro¹Universidade de Pernambuco,¹ Recife, PE – Brasil**Prezado Editor,**

Agradecemos ao autor pelo interesse em nosso trabalho e pelos comentários pertinentes sobre nosso estudo acerca do desenvolvimento de modelos de cardiopatia congênita (CC) impressos em três dimensões (3D) de baixo custo.

Nosso estudo foi concebido com um objetivo específico e claramente definido: descrever um fluxo de trabalho viável, reproduzível e de baixo custo para o desenvolvimento de modelos de cardiopatia congênita impressos em 3D e fornecer um recurso educacional compartilhável. Nesse contexto, o trabalho foi intencionalmente projetado como um estudo descritivo, no estilo “faça você mesmo”, com foco na acessibilidade e na implementação prática, em vez de validação quantitativa ou análise comparativa de desempenho. Acreditamos que essa distinção seja essencial para a interpretação adequada de nossos resultados.

O crescente interesse na impressão 3D em cardiologia levou ao desenvolvimento de modelos altamente sofisticados com excelente fidelidade anatômica, frequentemente utilizando softwares avançados, integração de imagens multimodais e materiais de alto custo. Embora essas abordagens representem avanços importantes, podem não ser facilmente acessíveis em muitas instituições, particularmente em países de baixa e média renda. Por esse motivo, estratégias de baixo custo têm sido cada vez mais exploradas, demonstrando que fluxos de trabalho simplificados, baseados em softwares de código aberto e impressão 3D de mesa, ainda podem produzir modelos com significativo valor educacional.

Nesse contexto, as escolhas metodológicas adotadas em nosso estudo (incluindo o uso de hardware de baixo custo, representações anatômicas simplificadas e técnicas alternativas para modelagem de válvulas) foram deliberadas e alinhadas com o propósito dos modelos. Conforme explicitamente declarado no manuscrito, esses modelos não foram projetados para tomada de decisões clínicas ou planejamento cirúrgico, mas sim como ferramentas educacionais destinadas a aprimorar a compreensão espacial, a comunicação e o engajamento entre alunos e o público não especializado.

A estratégia de avaliação também foi alinhada a esse objetivo. A avaliação qualitativa, realizada por médicos

especialistas e residentes, foi utilizada para explorar a usabilidade, a clareza e os benefícios educacionais percebidos. Embora reconheçamos as limitações inerentes à avaliação subjetiva e o potencial de viés, esses aspectos foram considerados e discutidos no manuscrito. Em estágios iniciais de inovação educacional, essas abordagens fornecem informações valiosas sobre a experiência do usuário e a aplicabilidade no mundo real.

Reconhecemos também que estudos adicionais que incorporem validação quantitativa, delineamentos comparativos e avaliação a longo prazo da retenção de conhecimento fortaleceriam ainda mais a base de evidências nesta área. Essas direções representam importantes oportunidades para pesquisas futuras e estavam além do escopo do presente estudo, que se concentrou principalmente na viabilidade e acessibilidade.

Uma importante contribuição do nosso trabalho é o compartilhamento aberto dos modelos desenvolvidos por meio de uma plataforma de acesso livre (<https://sites.google.com/view/3dpequenoscoracoes>), permitindo a replicação, adaptação e disseminação em diferentes contextos. Acreditamos que essa abordagem pode ajudar a ampliar o acesso a ferramentas educacionais em cardiologia congênita, principalmente em locais com recursos limitados, além de contribuir para a democratização mais ampla de tecnologias educacionais avançadas em medicina cardiovascular.

Além disso, gostaríamos de destacar um breve editorial recente que aborda o papel da impressão 3D de baixo custo na educação sobre cardiopatias congênitas, o qual oferece uma perspectiva ponderada e equilibrada sobre várias das questões aqui discutidas.¹ Também recomendamos aos leitores interessados uma entrevista em vídeo relacionada, que explora mais a fundo as motivações e os aspectos práticos dessa iniciativa.²

Em resumo, nosso estudo visa complementar os avanços existentes na impressão 3D, demonstrando que recursos educacionais relevantes podem ser desenvolvidos utilizando métodos acessíveis. Agradecemos a oportunidade de esclarecer esses pontos e de contribuir para o debate em curso sobre estratégias inovadoras e inclusivas na educação sobre cardiopatias congênitas.

Referências

1. Ramos V. The Role of Low-Cost 3D Printing for Education in Congenital Heart Diseases. *Arq Bras Cardiol.* 2026;123(1):e20250805. doi: 10.36660/abc.20250805.
2. ABC Cardiol. ABC Spotlight – Dr. Francisco Cajueiro [Internet]. Rio de Janeiro: ABC Cardiol; 2026 [cited 2026 May 12]. Available from: <https://abccardiol.org/video/abc-spotlight-dr-francisco-cajueiro/>.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença de atribuição pelo Creative Commons