



**INSTITUTO
FEDERAL**
Paraíba

Campus
Cabedelo

Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
Campus Cabedelo
Pós-Graduação em Docência para a Educação Profissional e Tecnológica (DocentEPT)

Explorando Novas Dimensões no Ensino Anatômico: Impressão 3D em Cursos Técnicos de Radiologia

Hortência de Jesus Ferreira

Cabedelo, PB
Novembro/2023



Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
Campus Cabedelo
Pós-Graduação em Docência para a Educação Profissional e Tecnológica (DocentEPT)

Explorando Novas Dimensões no Ensino Anatômico: Impressão 3D em Cursos Técnicos de Radiologia

Artigo apresentado à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Docência para a Educação Profissional e Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, como requisito para a obtenção do título de Especialista em Docência para Educação Profissional e Tecnológica.

Hortência de Jesus Ferreira

Orientador: Dyego Ferreira da Silva

Cabedelo, PB
Novembro/2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação – na – Publicação – (CIP)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB

F383e Ferreira, Hortência de Jesus.

Explorando Novas Dimensões no Ensino Anatômico: Impressão 3D em cursos técnicos de radiologia / Hortência de Jesus Ferreira – Cabedelo, 2023.
17 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Docência para Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB.

Orientador: Prof. Esp. Dyêgo Ferreira da Silva.

1. Anatomia do crânio. 2. Curso de radiologia. 3. Impressão 3D. I. Título.

CDU 377:611.91

FOLHA DE APROVAÇÃO

HORTÊNCIA DE JESUS FERREIRA

Explorando Novas Dimensões no Ensino Anatômico: Impressão 3D em Cursos Técnicos de Radiologia.

Trabalho de conclusão de curso elaborado como requisito parcial avaliativo para a obtenção do título de especialista no curso de Especialização em Docência EPT, campus Cabedelo, e aprovado pela banca examinadora.

Cabedelo, 24 de Novembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **DYEGO FERREIRA DA SILVA**
Data: 24/11/2023 18:18:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Esp. Dyêgo Ferreira da Silva
(Orientador) Instituto Federal da Paraíba –
IFPB

Documento assinado digitalmente
 **MARIA DAS NEVES DE ARAUJO LISBOA**
Data: 25/11/2023 16:15:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Me. Maria das Neves de Araújo Lisboa
Instituto Federal da Paraíba – IFPB

Documento assinado digitalmente
 **EVERSON VAGNER DE LUCENA SANTOS**
Data: 25/11/2023 13:09:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Everson Vagner de Lucena Santos
Instituto Federal da Paraíba – IFPB

Resumo

O ensino de anatomia desempenha um papel crucial na formação de profissionais de saúde. Nos cursos técnicos de radiologia, a compreensão detalhada da anatomia é essencial para a realização de exames de imagem precisos e com qualidade clínica. Tradicionalmente, a educação anatômica tem sido baseada em métodos passivos, como aulas expositivas e uso de imagens bidimensionais, o que nem sempre proporciona uma compreensão tridimensional completa e tangível das estruturas anatômicas. Nesse cenário, o objetivo deste estudo é realizar a impressão 3D de peças anatômicas do crânio humano para uso em sala de aula de anatomia em cursos técnicos de radiologia. Foi selecionado um modelo tridimensional do crânio, segmentado por peças referentes ossos do crânio e face, no repositório da *Thingiverse*. O modelo foi carregado numa impressora 3D do tipo *fused deposition modeling* (FDM) e impresso com material de ácido polilático (PLA). O resultado da impressão 3D do crânio apresentou uma realização significativa em conformidade com o objetivo delineado. Foram impressas diferentes peças anatômicas, que podem ser montadas, formando o modelo completo do crânio e face, incluindo os ossos parietais, frontal, occipital, etmoide, esferoide, temporais, palatinos, mandíbula, maxilas, nasais, lacrimais, vômer, conchas nasais inferiores e zigomáticos. O sucesso alcançado na realização dessa impressão 3D não apenas confirma a viabilidade do método proposto, mas também destaca o potencial transformador da tecnologia de impressão 3D no campo do ensino da anatomia em cursos técnicos de radiologia. A implementação prática desses modelos anatômicos em sala de aula promete revolucionar a experiência de aprendizagem, proporcionando uma abordagem mais prática, interativa e acessível, que, por sua vez, pode aumentar significativamente o engajamento e o entendimento dos alunos.

Palavras-chave: Anatomia do crânio. Impressão tridimensional. Curso de radiologia.

Abstract

Anatomy teaching is a crucial role in the healthcare professionals training. In technical radiology courses, a detailed understanding of anatomy is essential for performing accurate, clinical-quality imaging exams. Traditionally, anatomical education has been based on passive methods, such as lectures and the use of two-dimensional images, which do not always provide a complete and tangible three-dimensional understanding of anatomical structures. In this scenario, the objective of this study is to perform 3D printing of the human skull for use in anatomy classrooms in technical radiology courses. A three-dimensional model of the skull was selected, segmented by pieces relating to skull and facial bones, from the Thingiverse repository. The model was loaded into a fused deposition modeling (FDM) 3D printer and printed with polylactic acid (PLA) material. The result of 3D printing of the skull presented a significant achievement in accordance with the outlined objective. Different anatomical parts were printed, which can be assembled, forming the complete model of the skull and face, including the parietal, frontal, occipital, ethmoid, sphenoid, temporal, palatine, mandible, maxilla, nasal, lacrimal, vomer, inferior nasal concha and zygomatic. The success achieved in this 3D printing not only confirms the viability of the proposed method, but also highlights the transformative potential of 3D printing technology in the field of anatomy teaching in technical radiology courses. The practical implementation of these anatomical models in the classroom promises to revolutionize the learning experience, providing a more practical, interactive and accessible approach, which, in turn, can significantly increase student engagement and understanding.

Keywords: Skull anatomy. Three-dimensional printing. Radiology course.

SUMÁRIO

1. Introdução	9
2. Fundamentação teórica	10
3. Metodologia	11
4. Resultados	12
5. Discussão	13
6. Conclusão	14
7. Referências	15

INTRODUÇÃO

O ensino de anatomia desempenha um papel crucial na formação de profissionais de saúde, permitindo-lhes compreender a estrutura e a função do corpo humano de maneira aprofundada e precisa. Especificamente, nos cursos técnicos de radiologia, a compreensão detalhada da anatomia é essencial para a realização de exames de imagem precisos e para a interpretação correta dos resultados. Tradicionalmente, a educação anatômica tem sido baseada em métodos passivos, como aulas expositivas e uso de imagens bidimensionais, o que nem sempre proporciona uma compreensão tridimensional completa e tangível das estruturas anatômicas (Ye, 2020; Santos, 2022)

Com os avanços tecnológicos na área da saúde e educação, novas abordagens estão surgindo para revolucionar o modo como a anatomia é ensinada e aprendida. A impressão tridimensional (3D) emergiu como uma tecnologia promissora, permitindo a criação de modelos anatômicos físicos que replicam com precisão as estruturas complexas do corpo humano. Esses modelos tangíveis oferecem uma experiência prática única, proporcionando aos alunos a oportunidade de explorar e compreender a disposição espacial das estruturas anatômicas de maneira mais realista e envolvente (Bartellas, 2016; Garcia, 2023; Jones, 2016). Isso não apenas tem o potencial de aprimorar a qualidade da formação profissional, mas também de contribuir para diagnósticos mais precisos e eficazes no futuro (Lauridsen, 2016; Garas, 2018).

A impressão 3D de peças anatômicas para uso em sala de aula de anatomia requer alguns passos e recursos específicos, tais como a impressora 3D, o modelo digital em 3D da peça anatômica e o material específico para impressão (Santos, 2022). Existem diferentes tipos de impressoras 3D no mercado, incluindo *Fused Deposition Modeling* (FDM), *Stereolithography* (SLA) e *Selective Laser Sintering* (SLS). Cada tipo tem suas próprias vantagens e desvantagens, mas FDM é usado comumente para impressão de modelos anatômicos devido à sua acessibilidade e custo (Langridge, 2018; Tack, 2016).

O modelo digital em 3D da peça anatômica que se deseja imprimir pode ser obtido por meio de imagens de tomografia computadorizada (TC), ressonância magnética (RM) ou modelagem 3D (Araujo, 2021). Softwares de modelagem 3D, como *Blender*, *Autodesk Maya* ou software de reconstrução a partir de imagens médicas, podem ser usados para criar ou converter modelos digitais (Balestrini, 2016; Edelmers, 2021). A partir disso é necessário escolher o material de impressão adequado. Para modelos anatômicos, materiais como PLA (ácido polilático) e ABS (acrilonitrila butadieno estireno) são comuns (Prim, 2019; McMEnamin, 2014). Alguns laboratórios de impressão 3D especializados também podem usar materiais mais avançados, como materiais flexíveis ou que simulam a textura real dos tecidos (Brumpt, 2023).

O objetivo deste estudo é realizar a impressão 3D de peças anatômicas do crânio humano para uso em sala de aula de anatomia em cursos técnicos de radiologia. Neste contexto, serão discutidas algumas considerações práticas de aplicação, as vantagens e desafios potenciais.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A impressão 3D é uma tecnologia inovadora que tem ganhado cada vez mais popularidade em várias áreas, incluindo a medicina e a educação. No contexto específico da anatomia humana, a impressão 3D de peças anatômicas do crânio humano oferece uma série de benefícios significativos para o ensino e a aprendizagem em cursos técnicos de radiologia. Sobre a impressão 3D e sua aplicação no ensino de anatomia, podemos afirmar que:

A anatomia é uma disciplina que pode ser beneficiada com a impressão 3D. Sabe-se que o estudo dos ossos, como vértebras e ossos do crânio que engloba a neuroanatomia, é uma das disciplinas mais temidas por grande parte dos estudantes. Uma possível explicação para esse fato se deve a inúmeros fatores como o estudo segmentado, laboratórios com peças insuficientes ou a baixa qualidade devido a deterioração orgânica, e dificuldade no entendimento do assunto, culminando em desmotivação no processo de aprendizagem. A relevância e a inovação da tecnologia de impressão 3D estão diretamente relacionadas ao fato de proporcionar aos acadêmicos formas ativas e didáticas, focadas no tato, na visualização de detalhes, no reconhecimento de fraturas ósseas e patologias associadas, além de colaborar amplamente para o desenvolvimento do raciocínio clínico e para o reconhecimento de alterações em exames de imagem (Garcia, 2023, p. 2-3).

Desse modo, a fundamentação teórica para o objetivo de imprimir peças anatômicas do crânio, que podem ser usadas no ensino de anatomia em cursos técnicos de radiologia, é delineada considerando os pontos-chave: aprendizagem baseada em projetos e experiências táteis; educação personalizada e visualização tridimensional; integração de tecnologias educacionais e inovação pedagógica; e impacto da visualização tridimensional na aprendizagem (Snyder, 2014; Chytas, 2020; Salazar, 2022).

A teoria da aprendizagem baseada em projetos e experiências enfatiza a importância de experiências práticas e tangíveis para a compreensão e retenção do conhecimento. A impressão 3D de peças anatômicas do crânio humano pode proporcionar uma experiência de aprendizagem mais envolvente e significativa, permitindo que os alunos manipulem, observem e estudem de perto estruturas anatômicas complexas (Chytas, 2020; Salazar, 2022, Ye, 2023).

A teoria da educação personalizada destaca a importância de adaptar o ensino às necessidades individuais dos alunos. A impressão 3D de peças anatômicas do crânio humano possibilita a personalização do processo de aprendizagem, permitindo que os alunos visualizem as estruturas em três dimensões, o que pode facilitar a compreensão de conceitos abstratos e complexos, como a morfologia do crânio humano (Snyder, 2014; Chytas, 2020; Ye, 2023).

A teoria da integração de tecnologias educacionais destaca o papel crucial da tecnologia no aprimoramento da qualidade do ensino e da aprendizagem. A impressão 3D de peças anatômicas do crânio humano exemplifica a aplicação de tecnologias inovadoras no contexto educacional, fornecendo uma abordagem pedagógica moderna e atraente que pode melhorar a motivação e o engajamento dos alunos (Snyder, 2014; Chandrasekaran, 2022).

A pesquisa em neurociência educacional sugere que a visualização tridimensional de

informações complexas pode facilitar a compreensão e a retenção de conhecimento. A impressão 3D de peças anatômicas do crânio humano permite uma representação física precisa das estruturas anatômicas, o que pode ajudar os alunos a desenvolverem uma compreensão mais profunda da anatomia do crânio humano, promovendo uma aprendizagem mais eficaz e duradoura (Chytas, 2020; Hammerton, 2022).

Ao considerar esses fundamentos teóricos, o estudo busca realizar a impressão 3D de peças anatômicas do crânio para aplicação no contexto educacional, promovendo uma abordagem inovadora e eficaz para a aprendizagem de conceitos complexos.

METODOLOGIA

Inicialmente, a seleção cuidadosa de um modelo anatômico tridimensional específico foi baseada na relevância para os objetivos de aprendizagem e no potencial impacto na compreensão dos alunos. Essa escolha refletiu minha abordagem centrada no aprimoramento da experiência educacional dos alunos de radiologia.

Durante o processo de preparação do arquivo digital do crânio em 3D para a impressão, uma atenção especial foi dada à segmentação cuidadosa das peças anatômicas para garantir que os alunos pudessem examinar detalhadamente cada estrutura. Essa etapa, embora técnica, foi crucial para garantir a precisão e a clareza das peças impressas. Desse modo, os parâmetros técnicos utilizados para a impressão foram: a impressora 3D utilizada foi do modelo Ender 3 da Creality do tipo fused deposition modeling (FDM), o software fatiador utilizado para impressão foi o Ultimaker Cura, os materiais usados para impressão foram a base de ácido polilático (PLA) e o modelo 3D do crânio foi obtido no repositório da Thingiverse (UltiMaker Thingiverse, 2023).

No segundo momento, o arquivo digital do crânio em 3D foi preparado para a etapa de impressão segmentado por peças referentes aos ossos do crânio e face - parietais, frontal, occipital, etmoide, esfenoide, temporais, palatinos, mandíbula, maxilas, nasais, lacrimais, vômer, conchas nasais inferiores e zigomáticos.

Enquanto supervisionava o processo de impressão, busquei otimizar os parâmetros da impressora 3D de acordo com minhas observações sobre as necessidades específicas do modelo anatômico e das exigências pedagógicas. Para manter as peças suspensas durante a impressão, foram utilizados suportes em padrão ziguezague em todas as peças com uma densidade de 20%. Os parâmetros utilizados na impressora foram: temperatura da extrusora de 185°C, temperatura da mesa de impressão de 55°C, bico de impressão de 0,4mm, resolução de camada de 0,28mm, velocidade de impressão de 40mm/s, tempo total de impressão de 90 horas.

Por fim, o processo de impressão foi supervisionado para garantir a qualidade e a fidelidade das características anatômicas, bem como a integridade do modelo final. A constante verificação da fidelidade das características anatômicas e da qualidade geral da impressão refletiu meu compromisso com a entrega de um modelo final que atendesse aos mais altos padrões de precisão e compreensibilidade para os alunos.

Após a conclusão da impressão, o modelo de crânio em 3D passou por um processo de pós-processamento, onde foi investido tempo na meticulosa remoção dos suportes de impressão, atentando para preservar a integridade das estruturas delicadas. Além disso, o

polimento das superfícies foi conduzido com o objetivo de aprimorar a visualização das estruturas anatômicas, facilitando a compreensão dos alunos. A decisão de adicionar ímãs de neodímio a cada peça segmentada foi uma iniciativa voltada para proporcionar aos alunos a oportunidade de interagir mais diretamente com o modelo, encorajando a montagem e a desmontagem, o que contribuiu para uma compreensão mais prática e aprofundada da complexidade anatômica do crânio humano.

RESULTADOS

Os resultados da impressão 3D do crânio representam uma realização significativa em conformidade com os objetivos delineados na metodologia. As figuras 01 e 02 ilustram de forma clara e abrangente as peças do crânio segmentadas, bem como o modelo final do crânio humano em 3D montado com sucesso.

A figura 01 apresenta com precisão as diferentes peças anatômicas, incluindo os ossos do crânio e da face - parietais, frontal, occipital, etmoide, esfenoide, temporais, palatinos, mandíbula, maxilas, nasais, lacrimais, vômer, conchas nasais inferiores e zigomáticos - demonstrando a fidelidade e a qualidade das estruturas reproduzidas por meio da tecnologia de impressão 3D. A segmentação cuidadosa das diversas partes do crânio proporciona aos alunos uma visão detalhada e tangível das complexidades anatômicas, fortalecendo assim a compreensão prática dos componentes individuais do crânio humano.

Figura 01: Impressão 3D dos ossos do crânio e face.



Fonte: o autor.

Por outro lado, a figura 02 oferece uma representação clara e completa do modelo anatômico de crânio impresso em 3D, demonstrando a integridade e a precisão alcançadas durante o processo de impressão e montagem. Essa representação tridimensional do crânio humano proporciona uma experiência de aprendizagem imersiva e interativa, enriquecendo significativamente a dinâmica da sala de aula e promovendo uma compreensão mais profunda da estrutura e função anatômica do crânio.

Figura 02: modelo anatômico de crânio em impressão 3D.



Fonte: o autor.

O sucesso alcançado na realização dessa impressão 3D não apenas confirma a viabilidade do método proposto, mas também destaca o potencial transformador da tecnologia de impressão 3D no campo do ensino da anatomia em cursos técnicos de radiologia. A implementação prática desses modelos anatômicos em sala de aula promete revolucionar a experiência de aprendizagem, proporcionando uma abordagem mais prática, interativa e acessível, que, por sua vez, pode aumentar significativamente o engajamento e o entendimento dos alunos.

DISCUSSÃO

A integração da impressão 3D no ensino de anatomia em cursos técnicos de radiologia representa um avanço significativo na forma como os alunos aprendem e compreendem as estruturas anatômicas. Esta discussão aborda os principais pontos relacionados ao tema, analisando tanto os benefícios quanto as considerações pertinentes à implementação da impressão 3D como ferramenta educacional.

O modelo de crânio impresso em 3D pode ser introduzido em sessões de aula prática, onde os alunos podem manipular o modelo, examinar detalhes anatômicos e participar das atividades educativas planejadas. É interessante que as sessões sejam conduzidas de maneira interativa, incentivando a participação ativa dos alunos e facilitando a discussão de tópicos anatômicos relevantes para a radiologia (Harmon, 2022; Tan, 2022; Davis, 2014).

Com o modelo impresso do crânio em mãos, o docente pode elaborar atividades educativas que visem explorar e aprofundar o entendimento das estruturas cranianas. Isso inclui o desenvolvimento de cenários de aprendizado que permitam aos alunos interagirem com o modelo, identificar estruturas-chave, compreender suas relações espaciais, explorar variações anatômicas bem como discutir sobre as relações anatômicas e casos clínicos (Chae, 2020;

Javan, 2020).

A utilização do modelo impresso em 3D do crânio como recurso educacional pode oferecer vantagens notáveis. A partir da possibilidade de manipulação direta e da visualização tridimensional, os alunos podem experimentar uma compreensão mais aprofundada das estruturas cranianas. A capacidade de girar, analisar e identificar diferentes componentes anatômicos no modelo tangível permite uma melhor internalização dos conceitos anatômicos, superando as limitações de aprendizado associadas às abordagens tradicionais baseadas em imagens bidimensionais (Tan, 2022; Trelease, 2016).

A abordagem da impressão 3D também promove um maior engajamento dos alunos durante as atividades educativas. A natureza tátil do modelo estimula a curiosidade e a exploração, incentivando os alunos a fazerem perguntas e participar ativamente das discussões em sala de aula. Esse nível de interação promove uma atmosfera de aprendizado colaborativo, onde os alunos compartilham descobertas e insights, enriquecendo a compreensão coletiva das estruturas anatômicas (Backhouse, 2019; Bartikian, 2019; Turney, 2007).

O uso da impressão 3D na educação anatômica para cursos de radiologia tem implicações diretas na formação prática dos alunos. A capacidade de manipular modelos físicos que se assemelham às estruturas que encontrarão durante a prática clínica contribui para a preparação dos alunos para a interpretação precisa de exames de imagem. A visualização realista das estruturas cranianas proporciona uma base sólida para a identificação de patologias e variações anatômicas, aprimorando a tomada de decisões clínicas (Trelease, 2016, Chytas, 2023).

Apesar dos benefícios, a implementação da impressão 3D no ensino anatômico também enfrenta desafios. A disponibilidade de recursos financeiros para aquisição de impressoras 3D e materiais de qualidade pode ser uma barreira. Além disso, a seleção adequada de modelos anatômicos, a manutenção das impressoras e a integração contínua da tecnologia no currículo requerem planejamento cuidadoso. A pesquisa futura nesta área pode explorar a extensão dos benefícios da impressão 3D para outras regiões anatômicas, bem como investigar a eficácia comparativa da abordagem em relação a outros métodos inovadores de ensino. Além disso, a análise do impacto a longo prazo na formação profissional dos alunos e nos resultados clínicos poderia fornecer insights valiosos sobre a utilidade prática dessa tecnologia (Chytas, 2023; Koning, 2021; Cercenelli, 2022; Smith, 2018).

CONCLUSÃO

Os resultados apresentados nessa pesquisa têm grande implicação no ensino ao serem aplicados nas aulas de anatomia do curso técnico de radiologia. A implementação da impressão 3D como ferramenta educacional no ensino de anatomia em cursos técnicos de radiologia representa um passo significativo em direção a um aprendizado mais envolvente e eficaz. A possibilidade de interagir com modelos tangíveis enriquece a compreensão dos alunos, estimulando o engajamento e a preparação para a prática clínica. Embora desafios persistam, o potencial da impressão 3D na formação de profissionais de saúde é inegável, promovendo uma abordagem mais holística e prática para a compreensão das complexidades anatômicas.

Além disso, a implementação da impressão 3D como uma ferramenta educacional no

contexto das aulas de anatomia em cursos técnicos de radiologia pode ajudar a preparar os estudantes de forma mais eficaz para os desafios práticos e clínicos que enfrentarão em suas carreiras. Ao promover a familiaridade com estruturas anatômicas reais por meio de modelos impressos em 3D, os alunos têm a oportunidade de aprimorar suas habilidades de identificação e análise, o que pode contribuir para uma prática clínica mais precisa e informada. Ao enfrentar situações do mundo real, esses alunos estarão mais bem preparados para interpretar imagens radiológicas e colaborar de maneira mais eficaz com outros profissionais de saúde, destacando assim o impacto significativo da impressão 3D no processo educacional e na formação profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araujo, M. C. E., Duarte, M. M. S., Louredo, L. M., et al. Contribuições da engenharia reversa e produção de modelos 3D para o ensino médico. *Research, Society and Development*. v. 10(11), p. x-x. 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19692>.

Backhouse, S., Taylor, D., Armitage, J.A. Is this mine to keep? Three-dimensional printing enables active, personalized learning in anatomy. *Anat Sci Educ*. v. 12(5), p. 518–528. 2019. doi: 10.1002/ase.1840.

Balestrini, C., Campo-Celaya, T. With the advent of domestic 3-dimensional (3D) printers and their associated reduced cost, is it now time for every medical school to have their own 3D printer? *Medical teacher*, v. 38(3), p. 312–313. 2016. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2015.106030>.

Bartellas, M. Three-Dimensional Printing and Medical Education: A Narrative Review of the Literature. *University of Ottawa Journal of Medicine. Preventative and Personalized Medicine*. v. 6 (1), p. x-x. 2016.

Bartikian, M., Ferreira, A., Gonçalves-Ferreira, A. et al. 3D printing anatomical models of head bones. *Surg Radiol Anat*. v. 41(10), p. 1205–1209. 2019. doi: 10.1007/s00276-018-2148-4.

Brumpt, E., Bertin, E., Tatu, L., et al. 3D printing as a pedagogical tool for teaching normal human anatomy: a systematic review. *BMC Med Educ*. v. 23(1), p. 783. 2023. doi: 10.1186/s12909-023-04744-w.

Cercenelli, L., De Stefano, A., Billi, A.M., et al. AEducaAR, anatomical education in augmented reality: A pilot experience of an innovative educational tool combining AR technology and 3D printing. *Int J Environ Res Public Health*. v. 19(3), p. x-x. 2022. doi: 10.3390/ijerph19031024.

Chae, R., Sharon, J. D., Kournoutas, I., et al. Replicating skull base anatomy with 3D technologies: A comparative study using 3D-scanned and 3D-printed models of the temporal

bone. *Otol Neurotol.* v. 41(3), p. 392–403. 2020. doi: 10.1097/MAO.0000000000002524.

Chandrasekaran, R., Radzi, S., Kai, P. Z., et al. A validated instrument measuring students' perceptions on plastinated and three-dimensional printed anatomy tools. *Anat Sci Educ.* v. 15(5), p. 850–862. 2022. doi: 10.1002/ase.2147.

Chytas, D., Johnson, E. O., Piagkou, M., et al. Three-dimensional printing in anatomy teaching: current evidence. *Surg Radiol Anat.* v. 42(7), p. 835–841. 2020. doi: 10.1007/s00276-020-02470-2.

Chytas, D., Salmas, M., Demesticha, T., et al. Three-dimensional printing in anatomy education: Is it similarly useful for teaching of all anatomical regions and structures? *Anat Sci Educ.* v. 16(1), p. 5–6. 2023. doi: 10.1002/ase.2216.

Davis, C.R., Bates, A.S., Ellis, H., et al. Human anatomy: Let the students tell us how to teach. *Anat. Sci. Educ.* v. 7, p.262–272. 2014. doi: 10.1002/ase.1424.

Edelmers, E., Kazoka, D., Pilmane, M. Creation of Anatomically Correct and Optimized for 3D Printing Human Bones Models. *Applied System Innovation.* v. 4(3), p. 67. 2021. <https://doi.org/10.3390/asi4030067>.

Garas, M., Vaccarezza, M., Newland, G., et al. 3D-Printed specimens as a valuable tool in anatomy education: A pilot study. *Ann Anat.* v. 219, p. 57–64. 2018.

Garcia, T. R., Macedo, R. M., Vaz, M. H. V., et al. 3D printing of anatomical parts as educational tools and aid in clinical practice. *Health Sciences.* v. 11 (13), p. x-x. 2023. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i13.35234>.

Hammerton, C., Yip, S. W. L., Manobharath, N., et al. Are 3D printed models acceptable in assessment? *Clin Teach.* v. 19(3), p.221–228. 2022. doi: 10.1111/tct.13477.

Harmon, D. J., Klein, B.A., Im, C., et al. Development and implementation of a three-dimensional (3D) printing elective course for health science students. *Anat Sci Educ.* v. 15(3), p. 620–627. 2022. doi: 10.1002/ase.2133.

Javan, R., Rao, A., Jeun, B. S., et al. From CT to 3D printed models, serious gaming, and virtual reality: framework for educational 3D visualization of complex anatomical spaces from within—the pterygopalatine fossa. *J Digit Imaging.* v. 33(3), p. 776–791. 2020. doi: 10.1007/s10278-019-00315-y.

Jones, D. B., Sung, R., Andrews, R., et al. Three-dimensional modeling may improve surgical education and clinical practice. *Surg Innov.* v. 23(2), p. 189–95. 2016.

Konings, K. D., Mordang, S., Smeenk, F., et al. Learner involvement in the co-creation of

teaching and learning: AMEE Guide No. 138. *Med Teach.* v. 43(8), p. 924-936. 2021.

Langridge, B., Momin, S., Coumbe, B., et al. Systematic review of the use of 3-dimensional printing in surgical teaching and assessment. *J Surg Educ.* v. 75(1), p. 209–21. 2018.

Lauridsen, H., Hansen, K., Norgard, M. O., et al. From tissue to silicon to plastic: three-dimensional printing in comparative anatomy and physiology. *R Soc Open Sci.* v. 3(3), p. x-x. 2016.

McMenamin, P. G., Quayle, M. R., McHenry, C. R., et al. The production of anatomical teaching resources using three-dimensional (3D) printing technology. *Anat Sci Educ.* v. 7, p. 479–86. 2014.

Prim, G. S., Leal, G. Z., Romeiro, N. C., et al. Digitalização 3D de ossos humanos para ferramentas de estudo em anatomia. *Anais do 13º Congresso Pesquisa e Desenvolvimento em Design.* São Paulo: Blucher, 2019. DOI: 10.5151/ped2018-2.3_ACO_07.

Salazar, D., Thompson, M., Rosen, A., et al. Using 3D printing to improve student education of complex anatomy: A systematic review and meta-analysis. *Med Sci Educ.* v. 32(5), p. 1209–1218. 2022. doi: 10.1007/s40670-022-01595-w.

Santos, V. A., Barreira, M. P., Saad, K. R. Technological resources for teaching and learning about human anatomy in the medical course: Systematic review of literature. *Anat Sci Educ.* v. 15(2), p. 403–419. 2022. doi: 10.1002/ase.2142.

Smith, C. F., Tollemache, N., Covill, D., et al. Take away body parts! An investigation into the use of 3D-printed anatomical models in undergraduate anatomy education. *Anat. Sci. Educ.* v. 11, p. 44–53. 2018. doi: 10.1002/ase.1718.

Snyder, T. J., Andrews, M., Weislogel, M., et al. 3D Systems' Technology Overview and New Applications in Manufacturing, Engineering, Science, and Education. *3D Print Addit Manuf.* v. 1(3), p. 169-176. 2014.

Tack, P., Victor, J., Gemmel, P., et al. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. *BioMed Eng OnLine.* v. 15, p. x-x. 2016. <https://doi.org/10.1186/s12938-016-0236-4>.

Tan. L., Wang, Z., Jiang, H., et al. Full color 3D printing of anatomical models. *Clin Anat.* v. 35(5), p. 598–608. 2022. doi: 10.1002/ca.23875.

Trelease, R. B. From chalkboard, slides, and paper to e-learning: How computing technologies have transformed anatomical sciences education. *Anat. Sci. Educ.* v. 9, p. 583–602. 2016. doi: 10.1002/ase.1620.

Turney, B.W. Anatomy in a modern medical curriculum. *Ann. R. Coll. Surg. Engl.* v. 89, p.

104–107. 2007. doi: 10.1308/003588407X168244.

UltiMaker Thingiverse. Full Size Anatomically - Correct 18-Piece Magnetic Human Skull Model. Disponível em: < <https://www.thingiverse.com/thing:4830026>>. Acesso em 11 de setembro de 2023.

Ye, Z., Dun, A., Jiang, H. et al. The role of 3D printed models in the teaching of human anatomy: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med Educ.* v. 20, p. 335. 2020. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02242-x>.

Ye, Z., Jiang, H., Bai, S., et al. Meta-analyzing the efficacy of 3D printed models in anatomy education. *Front Bioeng Biotechnol.* v. 11, p. x-x. 2023. doi: 10.3389/fbioe.2023.1117555.



Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

SOLICITAÇÃO DO CERTIFICADO DA ESPECIALIZAÇÃO

Assunto: SOLICITAÇÃO DO CERTIFICADO DA ESPECIALIZAÇÃO
Assinado por: Hortência Ferreira
Tipo do Documento: Tese
Situação: Finalizado
Nível de Acesso: Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência: Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Hortência de Jesus Ferreira, DISCENTE (202227410167) DE ESPECIALIZAÇÃO EM DOCÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA - CAMPUS CABEDELO**, em 29/11/2023 00:51:30.

Este documento foi armazenado no SUAP em 29/11/2023. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1006503
Código de Autenticação: a0b28e083d

