



MODELAGEM 3D E CURADORIA DIGITAL DE MODELOS SINTÉTICOS DE ANATOMIA DO OLHO E DA ORELHA

Bruno Fernandes Garcia¹. Josué Viana de Castro Neto². Juliana Carneiro Melo³.
Petrônio José de Azevedo Dias⁴. Magaline Maria Lemos Girão⁵. Ana Karoline da Costa
Ribeiro⁶

1 Universidade de Fortaleza (UNIFOR), Curso de Medicina; brunogarcia.arq@gmail.com ; 2
Universidade de Fortaleza, Mestrado em Ciências Médicas (UNIFOR); jvcn@unifor.br; 3 Universidade
de Fortaleza (UNIFOR), Curso de Medicina; julianacmelo14@unifor.br; 4 Universidade de Fortaleza
(UNIFOR), Curso de Medicina; petroniodias@unifor.br; 5 Secretaria de Educação do Ceará (SEDUC -
CE); magallinegirao@gmail.com; 6 Universidade de Fortaleza (UNIFOR), Curso de Medicina;
karol@unifor.br

RESUMO

Os modelos virtuais tridimensionais (3D) são largamente utilizados nas mais diversas áreas, incluindo engenharias, arquitetura, animação gráfica e saúde. Seu emprego no ensino da anatomia facilita a compreensão espacial das estruturas. A Bancada Virtual (BV) apresenta-se como solução facilitadora do aprendizado, ao permitir acesso remoto aos modelos anatômicos em 3D. A pesquisa desenvolvida na Universidade de Fortaleza (UNIFOR) busca aprimorar o ensino da anatomia através da digitalização em 3D dos modelos sintéticos. Utilizando-se aplicativos de captura no telefone celular, foram escaneados modelos de olho, orelha e pele, disponibilizados na plataforma virtual *Sketchfab*, posteriormente validados e empregados em aulas práticas. Os alunos, voluntariamente, participaram de um estudo comparativo entre modelos físicos e digitais, ora utilizando métodos tradicionais, ora utilizando a mesa digital de anatomia. Os resultados evidenciam elevada satisfação dos alunos (92%), destacando-se a interatividade e a acessibilidade do material. Dos participantes, 75,8% afirmaram que a mesa digital auxiliou na compreensão dos conteúdos. A proposta contribui para a democratização do ensino, ao promover acesso, redução de custos e maior aproveitamento das peças anatômicas. O estudo reforça a importância do emprego da tecnologia 3D na educação médica, ao promover novas possibilidades de ensino e aprendizado de modo interativo.

Palavras-chave: Anatomia; Educação Médica; Modelos Anatômicos; Imagem tridimensional.

Eixo temático: Tecnologias digitais e o Ensino de Ciências e Biologia

THREE-DIMENSIONAL VIRTUAL MODELS (3D) IN ANATOMY EDUCATION

ABSTRACT

Three-dimensional (3D) virtual models are widely used across various fields, including engineering, architecture, graphic animation, and healthcare. Their application in anatomy education enhances the spatial understanding of structures. The Virtual Workbench (BV) emerges as a facilitating solution for learning, allowing remote access to 3D anatomical models.

The research conducted at the Universidade de Fortaleza (UNIFOR) aims to improve anatomy teaching through the 3D digitization of synthetic models. Using mobile phone scanning applications, models of the eye, ear, and skin were scanned, made available on the Sketchfab virtual platform, then validated and used in practical lessons. Students voluntarily participated in a comparative study between physical and digital models, alternating between traditional methods and the digital anatomy table.

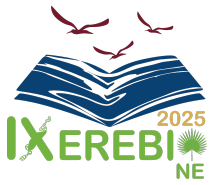
The results show high student satisfaction (92%), highlighting the interactivity and accessibility of the material. Among the participants, 75.8% stated that the digital table helped their understanding of the content. The proposal contributes to the democratization of education by promoting access, reducing costs, and optimizing the use of anatomical specimens. The study reinforces the importance of 3D technology in medical education by fostering new, interactive learning opportunities.

Keywords: Anatomy; Medical Education; Anatomical Models; Three-dimensional image.

INTRODUÇÃO

Os modelos virtuais tridimensionais são uma tecnologia em plena utilização nos setores da arquitetura, engenharias, animação gráfica e áreas da saúde e ensino. A criação de um modelo 3D virtual pode ocorrer por meio de modelagem em *software* específico ou através da captura fotogramétrica com criação de nuvens de pontos e processamento gráfico formando o modelo 3D, em suma, escaneamento 3D (Erolin et al., 2022).

Nas áreas da arquitetura e engenharias, a tecnologia BIM (*Building Model Information*), modelagem da informação da construção, vem promovendo uma grande



revolução desde o conceito à execução de um projeto. Na medicina por imagem, este artifício vem sendo empregado com ganhos substanciais para diagnóstico e tratamento dos pacientes. Sob esta ótica, o emprego da tecnologia de modelos virtuais em 3D pode se tornar um grande aliado ao processo de ensino e aprendizagem em cursos da área da saúde, em disciplinas tais como a anatomia. A incorporação de novas tecnologias na educação médica pode ser uma aliada na preparação de futuros médicos para os desafios da área (So-Young Oh et al., 2020).

Assim, a busca por conhecimento científico exige adaptação do modelo linear de estudo, a fim de aumentar o entusiasmo pelo aprendizado e garantir o acesso facilitado ao conhecimento. Vale lembrar que o ensino tradicional de anatomia baseou-se por muito tempo em dissecação de corpos, modelos plásticos e imagens bidimensionais, podendo agora ser complementado por ferramentas digitais inovadoras (GARCÍA-ROBLES et al., 2024).

A Bancada Virtual (BV) surge, portanto, como uma solução promissora para auxiliar o ensino da anatomia, oferecendo uma organização tridimensional das estruturas anatômicas e facilitando a percepção espacial, um desafio no aprendizado de imagens planas em livros. Além disso, o desenvolvimento da BV poderá auxiliar na compreensão de temas abordados em sala de aula, proporcionando uma experiência mais completa e interativa, com acesso remoto por meio de dispositivos como *smartphones*, *tablets* e computadores, facilitando o estudo individualizado, a qualquer hora e lugar (YAHIRO et al., 2022).

JUSTIFICATIVA

No contexto do ensino da anatomia humana, um dos conteúdos básicos e tradicionais do curso de medicina, muitas ferramentas no processo de ensino aprendizagem têm sido empregadas no intuito de facilitar a compreensão das estruturas, bem como minimizar as dificuldades enfrentadas pela escassez de cadáveres. Assim sendo, em um contexto onde as plataformas de ensino virtual ganharam espaço e passam por constante processo de aprimoramento, os conteúdos da anatomia humana têm sido cada vez mais explorados através das ferramentas digitais.

Contudo, a aquisição e o uso de plataformas interativas podem gerar custos elevados para a universidade, além de necessitar, por vezes, de investimento em equipamentos e capacitação de docentes e técnicos na implantação. Nesse intuito, como forma de aprimorar o ensino aprendizagem da anatomia no curso de medicina da Universidade de Fortaleza (UNIFOR), vem-se criando um acervo de modelos virtuais 3D interativos, a partir de peças sintéticas, inicialmente, já disponíveis no Laboratório Morfofuncional (LMF) do referido curso. Assim, a utilização de plataformas *on-line* de baixo custo para curadoria e, conseqüente, disponibilização do conteúdo para alunos e professores, incrementa as atividades práticas desenvolvidas na mesa digital de anatomia, e auxilia o estudo paralelamente realizado por meio das peças e atlas.

OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

Objetivo geral

Desenvolver um banco de modelos 3D interativos a partir de peças e modelos sintéticos de anatomia disponíveis na UNIFOR, no curso de medicina.

Objetivos específicos

1) Realizar escaneamento dos modelos sintéticos de anatomia, por meio de aplicativos de captura; 2) utilizar os modelos durante atividade acadêmica nas aulas práticas, seguindo os objetivos de aprendizagem propostos, por meio da mesa digital de anatomia em paralelo com modelos sintéticos; 3) avaliar o grau de satisfação dos alunos frente a referida tecnologia.

METODOLOGIA

Para a captura do material, a identificação e a criação de um banco de modelos 3D foi escolhida a plataforma *on-line Sketchfab*, que, de maneira intuitiva, no próprio navegador, permite aos usuários visualizar e compartilhar os modelos 3D em tempo real. A plataforma suporta vários formatos de arquivos 3D e permite aos usuários fazerem *uploads* de seus modelos próprios, sejam capturados por meio de escaneamento 3D ou modelagem em *softwares* específicos de modelagem.

Para tanto, o processo seguiu o seguinte fluxo: 1) professores/orientadores

elegeram as peças a serem escaneadas de acordo com conteúdo programado; 2) os estudantes responsáveis pela pesquisa procederam ao escaneamento, carregamento das peças na plataforma *sketchfab* e identificação das estruturas de cada modelo escaneado (n=5), de acordo com os objetivos curriculares propostos; 3) validação pelo professor do material produzido; 4) aplicação prática com auxílio de mesa digital de anatomia contendo os modelos sintéticos escanerizados e estruturas devidamente identificadas; 5) aplicação de um questionário via *Google forms* após prática avaliando a experiência.

Assim, cada turma foi dividida em duas equipes, sendo uma delas direcionada à bancada de estudo tradicional com identificação no modelo sintético das estruturas apontadas conforme *check-list* de estudo, auxiliados por atlas de anatomia. Enquanto para a segunda equipe foram disponibilizados os mesmos modelos, contudo em 3D, na mesa digital e o mesmo *check list*. Após o tempo de 25 minutos para cada equipe, as mesmas inverteram as bancadas e, ao final dos rodízios, os alunos foram convidados a responder o formulário acerca da experiência.

Tipo de estudo

O estudo foi do tipo transversal, quantitativo/qualitativo, com aplicação da Bancada Virtual em sala de aula, seguida de questionário estruturado para avaliação do material empregado e da satisfação dos alunos frente aos uso dos modelos digitais e prática ofertada.

População

O material confeccionado foi disponibilizado para alunos do curso de Medicina da Universidade de Fortaleza, regularmente matriculados no primeiro semestre, com idade igual ou superior a 18 anos, que aceitaram participar das atividades propostas e responderem aos questionários. A turma possuía um total de 100 alunos, divididos em quatro turmas, A, B, C e D, cada qual com 25 alunos. Aqueles que não aceitaram estudar por meio dos modelos 3D confeccionados tiveram a livre escolha para seguirem com o material normalmente empregado nas práticas laboratoriais.

Local e período

O estudo foi realizado no NAMI (Núcleo de Atenção Médica Integrada), da Universidade de Fortaleza, localizado à Rua Maramaldo Campelo, 50, Bairro Edson



Queiroz, Fortaleza-CE, 3º andar, Laboratório Morfofuncional. O período de criação e melhoramento dos modelos 3D ocorreu de novembro de 2023 a maio de 2024, enquanto a aplicação da primeira amostragem de material e coleta dos formulários eletrônicos foi realizada durante as aulas da semana de estudo de olho e ouvido de cada turma, que ocorreu na semana de 26 a 31 de maio de 2024.

Aspectos éticos

Os alunos envolvidos que aceitaram participar foram convidados a preencher o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido), conforme resolução N°466/2012. Para tanto, este projeto conta com número de parecer aprovado pelo comitê de ética: 4.756.816.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de escanização dos modelos sintéticos tem ocorrido de maneira contínua desde o início do projeto até os dias atuais, criando um acervo de modelos digitais do curso. Conforme relatado, para o projeto piloto e primeiro teste de amostragem foram escolhidos os modelos sintéticos de olho e ouvido para realização da atividade. Dentre os critérios de escolha destacam-se, em especial, dois: o ciclo 3, último da disciplina Laboratório de Estruturas, Sistemas e Funções I (LESF I), possuindo assim tempo hábil para escanear as peças, identificar e validar pelos professores; o semestre 1, eleito devido aos alunos serem principiantes no curso e necessitarem de melhor acompanhamento e estímulo às metodologias ativas em adaptação.

Desta forma, a reação dos estudantes foi a melhor possível, pois observou-se muita empolgação e atenção à prática proposta, além de estudarem de forma interativa e lúdica um conteúdo, considerado pela grande maioria, de difícil compreensão e intimidador dentro do sistema nervoso (Murphy et al., 2024). Todos que estavam presentes na aula se envolveram com a prática, com um total de 62 respondentes ao *Google forms*, conforme pode ser verificado nos gráficos que seguem.

De acordo com o **Gráfico 1**, o grau de contentamento geral com as peças em 3D mostrou um resultado muito bom, de 92% de satisfação.

Qual seu grau de satisfação geral com as peças escaneadas em 3D?

62 respostas

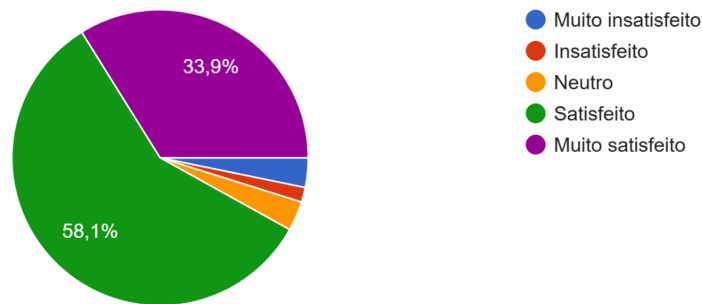


Gráfico 1. Grau de satisfao geral com os modelos em 3D.

O *Sketchfab* oferece vários recursos de renderizao baseadas em física (PBR), oferecendo suporte de realidade virtual, realidade aumentada e ferramentas para anotao, correo de iluminao, aplicao de texturas, entre outras edies. A plataforma é utilizada em diversas áreas, como design, arquitetura, indústria, educao, e ele promove experiências únicas e interativas com os modelos, de maneira intuitiva (<https://sketchfab.com>).

No que diz respeito ao material produzido e sua compreenso, estruturas e identificao, mais da metade, 58,1%, concordou totalmente com essa proposio (Gráfico 2).

As visualizações 3D foram claras e fáceis de entender?

62 respostas

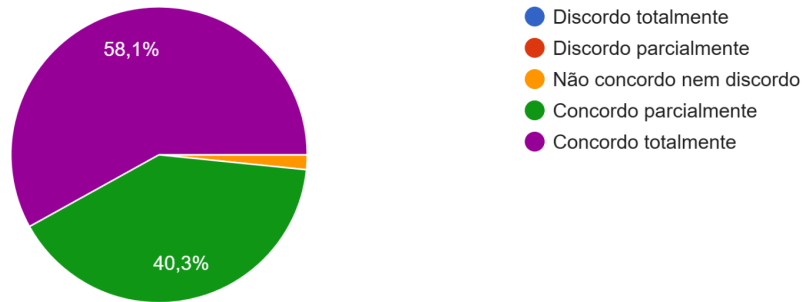


Gráfico 2. Grau de entendimento dos modelos 3D utilizados na prática proposta.

Um grande desafio no estudo da anatomia ao longo dos anos tem sido a aquisição de cadáveres para estudo nas universidades. A burocracia envolvida varia entre os diferentes Estados do país e quando os cadáveres são liberados algumas das vezes já nem podem mais serem utilizados pelo estágio avançado de deterioração. Além disso, há muito desgaste com o passar do tempo e frequência de uso, dificultando o estudo detalhado das estruturas. Outro desafio é estudar estruturas tão pequenas e delicadas. Logo, o uso dos modelos 3D pode ajudar a transpor essas barreiras e oferecer melhor qualidade no ensino para todos (Erolin et al., 2022). Sob a ótica de vista econômica, o processo não requer grandes investimentos, pode-se garantir registro de peças únicas, que gradualmente se deterioram com tempo e manuseio, promovendo o envolvimento dos discentes na produção acadêmica.

A demonstração do material 3D utilizando a mesa digital de anatomia foi de grande enriquecimento para a prática realizada, pois, conforme o **Gráfico 3**, 75,8% dos alunos concordaram totalmente em afirmar que a interação com a mesa auxiliou na compreensão de conteúdos.

A interação com a mesa digital (zoom, rotação, etc...) ajudou na compreensão dos conceitos?
 62 respostas

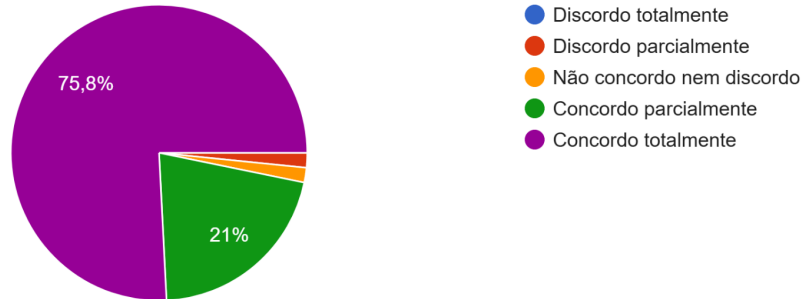
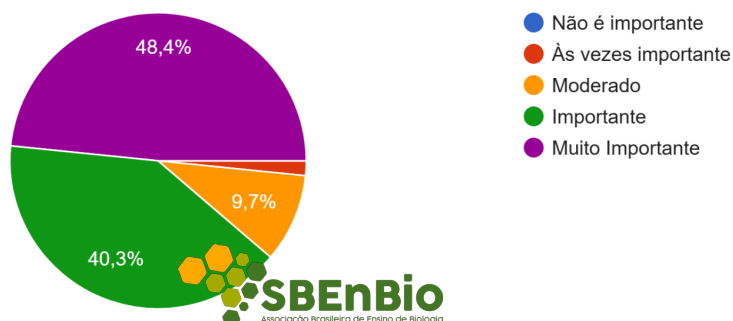


Gráfico 3. Uso da mesa de anatomia para exposição dos modelos 3D.

Desde 2024, as práticas em morfologia no curso de medicina e demais cursos da saúde na Unifor tiveram um grande ganho, a mesa digital de anatomia, com variadas possibilidades de conteúdos e estudo interativo. Para utilização da mesa de anatomia é necessário o investimento financeiro em *softwares* básicos, como o Atlas do Corpo Humano, lista de casos para estudo, lâminas e imagens de radiologia, podendo outros programas serem adquiridos ao longo da necessidade. Dessa forma, além de utilizar o nosso próprio material, peças naturais, cadáveres e modelos sintéticos, evita-se gastos desnecessários com a aquisição de materiais/*softwares* complementares.

O mecanismo de atividade proposta, modelos em 3D escaneados do acervo do curso, devidamente identificados, aliado à mesa e ao rodízio das bancadas entre os grupos foi considerado importante pela grande maioria, sendo assinalado como muito importante por 48,4% dos alunos (**Gráfico 4**).

Quão importante este mecanismo de aprendizagem foi para a fixação e revisão das peças?
 62 respostas



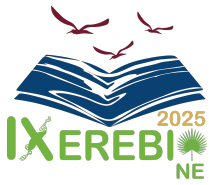


Gráfico 4. Grau de satisfação da prática proposta na fixação do conteúdo.

Explorando mais um pouco os resultados do **Gráfico 4**, observa-se que a variação foi de moderado a muito importante para a revisão do conteúdo de anatomia daquela semana de estudos. Toda semana os alunos realizam suas práticas no LMF subdivididos em bancadas de anatomia, radiologia e histologia. Cada professor faz uma breve demonstração, os alunos depois ficam livres para estudar e tirar suas dúvidas e, em seguida, trocam de estação. Esse formato proposto de peças naturais/cadáveres mais os modelos em 3D no momento do rodízio em anatomia propiciou mais dinamicidade e agilidade na aquisição do conteúdo, bem como facilitou a demonstração para o professor.

Com relação a contribuição da ferramenta digital no melhor entendimento dos conteúdos, 91,9% dos alunos concordaram em algum grau, enquanto 8,1% mostraram-se indiferentes (**Gráfico 5**).

Você se sente mais confiante em seu conhecimento após utilização desta ferramenta digital?

62 respostas

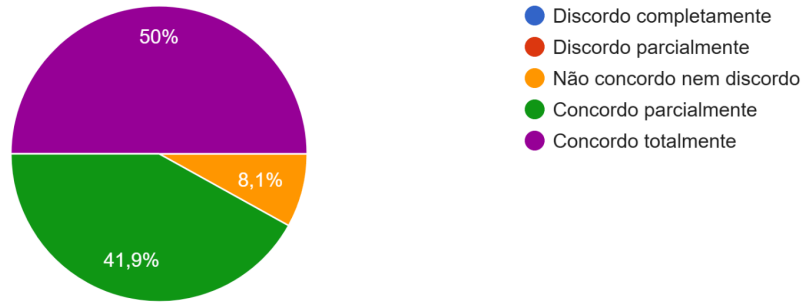


Gráfico 5. Uso da ferramenta digital como auxiliar na aprendizagem dos conteúdos estudados.

Existem várias modalidades de escaneamento que podem ser usadas para capturar espécimes anatômicos em 3D, que incluem desde as técnicas de imagem clínica, como tomografia computadorizada e ressonância magnética, bem como *scanners* de superfície comerciais e fotogrametria. Após a captura das imagens, plataformas como a *Sketchfab* tem se mostrado de grande contribuição na adição de nomes/rótulos aos modelos 3D (So-Young Oh et al., 2020). Sendo essa identificação ressaltada pelos alunos, tanto no *feedback* pós prática como na seção comentários do formulário, como uma das melhores vantagens durante o estudo.

No LMF ocorrem práticas referentes ao estudo da anatomia, histologia, embriologia, radiologia, patologia e medicina legal, sendo a ferramenta já em uso atual para modelagem dos demais conteúdos além da anatomia e modelagem de peças naturais. O *link* do material produzido tem sido disponibilizado no ambiente virtual de aprendizagem (AVA), em formato de um catálogo temático do sistema do corpo humano. Logo, a nossa proposta foi criar e utilizar nas aulas uma plataforma digital personalizada 3D a partir de modelos sintéticos já existentes no laboratório para que possa ser utilizado não somente no curso de medicina, mas em todos os cursos do Centro de Ciências da Saúde e até mesmo disponibilização em bancos mundiais sob curadoria da universidade.

Por fim, os desafios encontrados mostraram-se no relatos dos alunos no *feedback* pós aula e no espaço aberto para sugestões/críticas do questionário. Atualmente, o plano mais básico do *Sketchfab* tem sido utilizado na modelagem 3D, que limita alguns recursos. Por exemplo, ao se visualizar os modelos sintéticos algumas partes e/ou estruturas podem ser removidas para que se possa visualizar o que tem por dentro dos modelos. Contudo, ainda não foi possível realizar esse tipo de técnica pela plataforma escolhida e, assim, realizar essa remoção de maneira virtual e colocá-la de volta no local. De toda maneira, mesmo com tais limitações, a modelagem ficou de boa qualidade e bem avaliada pelos estudantes, facilitando o estudo.

CONCLUSÃO

O acervo digital 3D, obtido a partir do escaneamento de modelos sintéticos do olho e orelha, foi criado e empregado com sucesso como projeto piloto do estudo dessa tecnologia que vem se desenvolvendo na Unifor, em especial, no curso de medicina. O emprego desse acervo virtual pelos professores em sua prática de anatomia favoreceu o aprendizado dos alunos, promovendo oportunidade de acesso ao conteúdo, tornando o processo de ensino mais democrático, ágil e dinâmico. O grau de satisfação dos alunos foi considerado muito positivo, pois, desde o contentamento com o formato da prática ofertada, os modelos virtualizados aliado ao uso da mesa digital de anatomia, bem como a disponibilização do *link* no AVA, para estudo de qualquer dispositivo e local, observou-se uma boa percentagem de concordância pelos alunos. O processo continuado de produção de modelos 3D e disponibilização de seu acesso tem se mostrado de extrema importância dentro do meio acadêmico, transpondo as barreiras do curso de medicina para outras áreas da saúde da Universidade.



IX ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA - NORDESTE
"EDUCAÇÕES E BIOLOGIAS: pluralidade de abordagens e interseção dos espaços educativos"
Universidade Federal do Delta do Parnaíba - UFDPAr
19, 20, 21 e 22 de Março de 2025

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EROLIN, C. **Preparing anatomical scan data for sharing online.** *Journal of Visual Communication in Medicine*, v. 46, n. 2, p. 105–114, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17453054.2023.2216238>. Acesso em: 14 fev. 2025.

GARCÍA-ROBLES, P.; CORTÉS-PÉREZ, I.; NIETO-ESCÁMEZ, F. A.; GARCÍA-LÓPEZ, H.; OBRERO-GAITÁN, E.; OSUNA-PÉREZ, M. C. **Immersive virtual reality and augmented reality in anatomy education: A systematic review and meta-analysis.** *Anatomical Sciences Education*, Hoboken, v. 17, n. 3, p. 514-528, abr./maio 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ase.2397>. Acesso em: [data de acesso].

MURPHY, S.; CAREY, E.; DABLOUK, L.; ALOMAIRI, J.; MAASARANI, J.; ONG, J. B.; GUPTA, K.; SHARMA, R. M.; McCracken, O.; SHINYANBOLA, D.; ALRUJAIB, A.; SHERIDAN, R.; TEIXEIRA, L. M.; O'BYRNE, G. P.; RAFIQ, N.; MAZARAKIS, N.; O'BRIEN, D. **Neurophobia amongst medical students: hype or reality.** *Brain & Spine*, v. 4, p. 104134, 12 nov. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bas.2024.104134>. Acesso em: 14 fev. 2025.

OH, S.-Y.; DORSAINVILLE, G. A.; HARNIK, V.; RAPKIEWICZ, A.; SHEARER, B.; RAMIREZ, K.; ALFARO, V.; ROSENFELD, M. **Photogrammetric digitization and labeling of plastinated models for pre-clerkship education.** *The FASEB Journal*, v. 34, supl. 1, p. 1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1096/fasebj.2020.34.s1.07391>. Acesso em: 14 fev. 2025.

SKETCHFAB. **Sketchfab: a plataforma líder para publicação de modelos 3D na web.** Disponível em: <https://sketchfab.com>. Acesso em: 9 fev. 2025.

YAHIRO, D. S.; ABRANTES, J. C. S.; MAGLIANO, D. C.; MESQUITA, C. T. **Criação de modelos embriológicos cardíacos para impressão 3D para ensino de anatomia e embriologia.** *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 120, n. 4, e20220632, abr. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.36660/abc.20220632>. Acesso em: 14 fev. 2025.

YANG, M.-Y.; TSENG, H.-C.; LIU, C.-H.; TSAI, S.-Y.; CHEN, J.-H.; CHU, Y.-H.; LI, S.-T.; LEE, J.-J.; LIAO, W.-C. **Effects of the individual three-dimensional printed craniofacial bones with a quick response code on the skull spatial knowledge of undergraduate medical students.** *Anatomical Sciences Education*, v. 16, n. 5, p. 858-869, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ase.2269>. Acesso em: 14 fev. 2025.