

A utilização de biomodelos em 3D no aprendizado da anatomia humana: uma experiência técnica e metodológica

The use of 3D biomodels in the learning of human anatomy: a technical and methodological experience

Uso de biomodelos 3D en el aprendizaje de la anatomía humana: una experiencia técnica y metodológica

Recebido: 11/09/2022 | Revisado: 29/09/2022 | Aceitado: 26/10/2022 | Publicado: 30/10/2022

Gerardo Elias de Aguiar Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5733-0455>
Universidade Federal do Piauí, Brasil
E-mail: gerardo.neto.1999@gmail.com

Carlos Mário de Freitas Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7226-3112>
Universidade Federal do Piauí, Brasil
E-mail: carlosmario920@ufpi.edu.br

Pedro Arthur Gomes dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9622-0635>
Universidade Federal do Piauí, Brasil
E-mail: pedroart@ufpi.edu.br

Karinn de Araújo Soares Bastos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8366-7369>
Universidade Federal do Piauí, Brasil
E-mail: karinnsoares@yahoo.com.br

Christianne Maria Tinoco Veras

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6144-9133>
Universidade Federal do Piauí, Brasil
E-mail: chris.tveras@ufpi.edu.br

Resumo

Introdução: A utilização de metodologias ativas no ensino da saúde, vem sendo bastante difundida nos últimos anos, com o intuito de superar as dificuldades enfrentadas pelos alunos nos primeiros anos da vida acadêmica. **Objetivo:** Relatar uma experiência de criação e utilização de biomodelos em 3D no aprendizado da Anatomia Humana, para os alunos do 1º período dos cursos de Farmácia e Enfermagem da Universidade Federal do Piauí. **Relato de experiência:** Participaram 65 alunos, todos devidamente matriculados na disciplina de anatomia humana, do 1º período dos respectivos cursos da referida universidade. Em seguida, foram divididos em grupos responsáveis por uma peça anatômica, perfazendo o total de oito peças. As professoras procuraram escolher ossos mais difíceis de se obter na sua forma real, como: o esfenoide, o etmoide e os pequenos ossos da mão, respeitando-se as dimensões de impressão limítrofes do equipamento. As peças foram apresentadas em sala de aula presencial e através de vídeos criativos de produção direta dos alunos nas redes sociais. A confecção de todos os modelos foi realizada em impressora 3D SLA/LCD usando resina fotopolimerizável. **Conclusão:** Essa experiência se mostrou efetiva por trazer uma perspectiva lúdica para o aprendizado com estruturas detalhadas, próximas às reais. Foi uma abordagem dinâmica que possibilitou maior compreensão e fixação do conteúdo. Além disso, a propagação em ambientes virtuais contribuiu na disseminação do conhecimento de forma rápida e prática, alcançando um grande público e aumentando a probabilidade de incentivar novos projetos e atividades na mesma área.

Palavras-chave: Impressão tridimensional; Métodos de ensino; Corpo humano.

Abstract

Introduction: The use of active methodologies in health education has been widespread in recent years, in order to overcome the difficulties faced by students in the first years of academic life. **Objective:** To report an experience of creating and using 3D biomodels in the learning of Human Anatomy, for students of the 1st period of the Pharmacy and Nursing courses at the Federal University of Piauí. **Experience report:** 65 students participated, all duly enrolled in the discipline of human anatomy, from the 1st period of the respective courses of the aforementioned university. Then, they were divided into groups responsible for an anatomical piece, making a total of eight pieces. The teachers tried to choose bones that were more difficult to obtain in their real form, such as: the sphenoid, the ethmoid and the small bones of the hand, respecting the bordering impression dimensions of the equipment. The pieces were presented in the classroom

and through creative videos produced directly by the students on social networks. All models were made using a 3D SLA/LCD printer using light-curing resin. *Conclusion:* This experience proved to be effective for bringing a playful perspective to learning with detailed structures, close to the real ones. It was a dynamic approach that enabled greater understanding and retention of the content. In addition, propagation in virtual environments contributed to the dissemination of knowledge quickly and practically, reaching a large audience and increasing the probability of encouraging new projects and activities in the same area.

Keywords: 3D Printing; Teaching; Human body.

Resumen

Introducción: El uso de metodologías activas en educación para la salud se ha generalizado en los últimos años, con el fin de superar las dificultades que enfrentan los estudiantes en los primeros años de la vida académica. *Objetivo:* Relatar una experiencia de creación y uso de biomodelos 3D en el aprendizaje de la Anatomía Humana, para estudiantes del 1º período de los cursos de Farmacia y Enfermería de la Universidad Federal de Piauí. Informe de experiencia: Participaron 65 estudiantes, todos debidamente matriculados en la disciplina de anatomía humana, del 1º período de los respectivos cursos de la referida universidad. Luego, se dividieron en grupos responsables de una pieza anatómica, haciendo un total de ocho piezas. Los profesores trataron de elegir huesos que fueran más difíciles de obtener en su forma real, tales como: el esfenoides, el etmoides y los huesecillos de la mano, respetando las dimensiones de impresión aledañas del equipo. Las piezas fueron presentadas en el aula ya a través de videos creativos producidos directamente por los estudiantes en las redes sociales. Todos los modelos se realizaron con una impresora 3D SLA/LCD con resina fotopolimerizable. *Conclusión:* Esta experiencia demostró ser efectiva para traer una perspectiva lúdica al aprendizaje con estructuras detalladas, cercanas a las reales. Fue un enfoque dinámico que permitió una mayor comprensión y retención del contenido. Además, la propagación en entornos virtuales contribuyó a la difusión del conocimiento de manera rápida y práctica, llegando a una gran audiencia y aumentando la probabilidad de incentivar nuevos proyectos y actividades en la misma área.

Palabras clave: Impresión tridimensional; Enseñanza; Cuerpo humano.

1. Introdução

Hegemonicamente, o processo de ensino-aprendizagem desenvolvido dentro das universidades muito ainda se baseia em modelos pedagógicos tradicionais, voltados para uma transmissão mecanicista do conhecimento e condicionamento do alunado a uma posição de passividade frente ao sistema educacional ofertado dentro das instituições de ensino. Consoante a essa visão, é possível observar-se uma dissonância entre o ensino, centrado na teoria, e reais aplicações do conhecimento, apresentando uma atribuição de valor prevalecente da teoria sobre a importância da contribuição da problematização no processo de aprendizagem (Prado et al., 2012).

Em contrapartida, o desenvolvimento de metodologias que fomentem a atuação discente de modo ativo no processo de ensino-aprendizagem têm se mostrado uma importante ferramenta na consolidação e contribuição à formação acadêmica, cultivando diferentes habilidades teórico, práticas, instrumentais e sociais simultaneamente e construindo uma aprendizagem significativa, além da promoção da autonomia estudantil e preparo para as carências e necessidades na inserção ao mercado de trabalho (Gaeta & Masettom, 2010; Silva et al., 2021). Consoante a isso, em 2020, Gomes et al, constataram que a implementação dessas novas metodologias, agregando a ludicidade à participação direta dos discentes, produziu melhores resultados na fixação e fluidez do aprendizado de anatomia, permitindo melhorias no desempenho individual e coletivo através do domínio das temáticas abordadas e discussões orais.

Para os estudos de Anatomia Humana, os cadáveres são tidos como essenciais desde as primeiras pesquisas na área, prova disso são as descobertas feitas por anatomistas como Herófilo e Erasístrato através das primeiras dissecações conhecidas, ocorridas em meados do século III A. C., sendo consideradas um marco para o início dos estudos aprofundados da Anatomia Humana (Cordeiro & Menezes, 2019).

Atualmente, diversas são as metodologias ativas empregadas na área da saúde para otimização do ensino e aprendizado construído dentro do meio acadêmico. Alguns métodos aplicados variam de maior complexidade, exigindo estruturação de grade ensino/plano de curso, como Aprendizagem Baseada em Problemas e o ensino por problematização, a outros mais triviais e práticos como confecção de portfólios, formação de grupos de discussão, emprego de aplicativos/redes sociais, estudos de casos

e, usufruindo das novas tendências tecnológicas, a confecção de modelos 3D para estudo, dentre outros (Cyrino, 2004; Gomes, 2010; Silva, 2017; Bona, 2019).

O Biomodelo em 3D é a representação de uma estrutura anatômica feita através de um escaneamento ou uma modelagem tridimensional, podendo ele ser virtual ou impresso. Com o auxílio de bancos de dados, de scanners intraorais ou de bancadas e até mesmo de tomógrafos, a tecnologia de impressão 3D possui grande importância para a área da saúde atualmente, sendo ela responsável pela confecção de biomodelos e materiais de estudos para diversas profissionais como cirurgiões-dentistas e médicos em diferentes especialidades. Não só na área profissional a impressão 3D encontra-se presente, mas, também em escolas e faculdades que utilizam tais tecnologias, como um meio de estimular alunos a desenvolverem o raciocínio lógico e a capacidade de resolver problemas (Loiola, 2018; Wen, 2016; Suárez-Escudero, 2020).

A Impressão em 3D é um método que tem como princípio a utilização de alguma matéria prima para construir de forma aditiva determinada peça ou produto (manufatura aditiva) previamente planejada em um computador (CAD - Computer Aided Design). Elas surgiram na década de 80, porém só começaram a ser realmente utilizadas em larga escala no início do século XX com a expiração das patentes até então existentes. Atualmente no mercado diversas impressoras podem ser encontradas, e cada uma dessas com tecnologias específicas dependendo do segmento para o qual são utilizadas. As mais importantes para o artigo em questão são as impressoras de ME (Material Extrusion) e as de VP (Fotopolimerização de líquido) por serem impressoras com custo benefício acessível, focadas não só no ambiente industrial, por serem mais difundidas no mercado global (Silva et al., 2020).

Para a utilização de uma impressora 3D uma série de etapas deve ser seguida, desde o planejamento até o acabamento da peça, sendo elas: a escolha de um modelo 3D em um banco de dados ou escaneamento de uma peça em 3D que se deseje replicar, a edição desse modelo em 3D se necessário em softwares específicos, o fatiamento desse modelo em camadas em um software próprio para exportar para a impressora a ser utilizada, a impressão da peça e o acabamento pós impressão dessa. Os arquivos em 3D geralmente, possuem formato STL onde o objeto é representado por uma nuvem de pontos unidos formando vários triângulos de modo a gerar uma malha tridimensional, e a medida em que esses triângulos ficam menores a resolução e a qualidade da impressão aumentam (Sampaio & Martins, 2013; Romeiro et al., 2019).

Diante disso, o presente estudo tem por objetivo relatar a experiência metodológica da criação e emprego de biomodelos tridimensionais no processo aprendizagem da disciplina de anatomia humana para alunos do primeiro período dos cursos de farmácia e enfermagem da Universidade Federal do Piauí – UFPI. Observando-se a obsolescência do sistema de ensino pautado na passividade e inoperância do aluno, o artigo justifica-se na necessidade de estudar a implementação de novas abordagens com maior participação ativa do alunado, incentivando o protagonismo do discente, bem como seu papel na propagação do conhecimento. Dentro desse contexto, e somado às dificuldades na obtenção e conservação de peças anatômicas humanas naturais, a utilização de novas ferramentas metodológicas no processo de ensino-aprendizagem do estudo anatômico mostra-se de extrema relevância e atualidade.

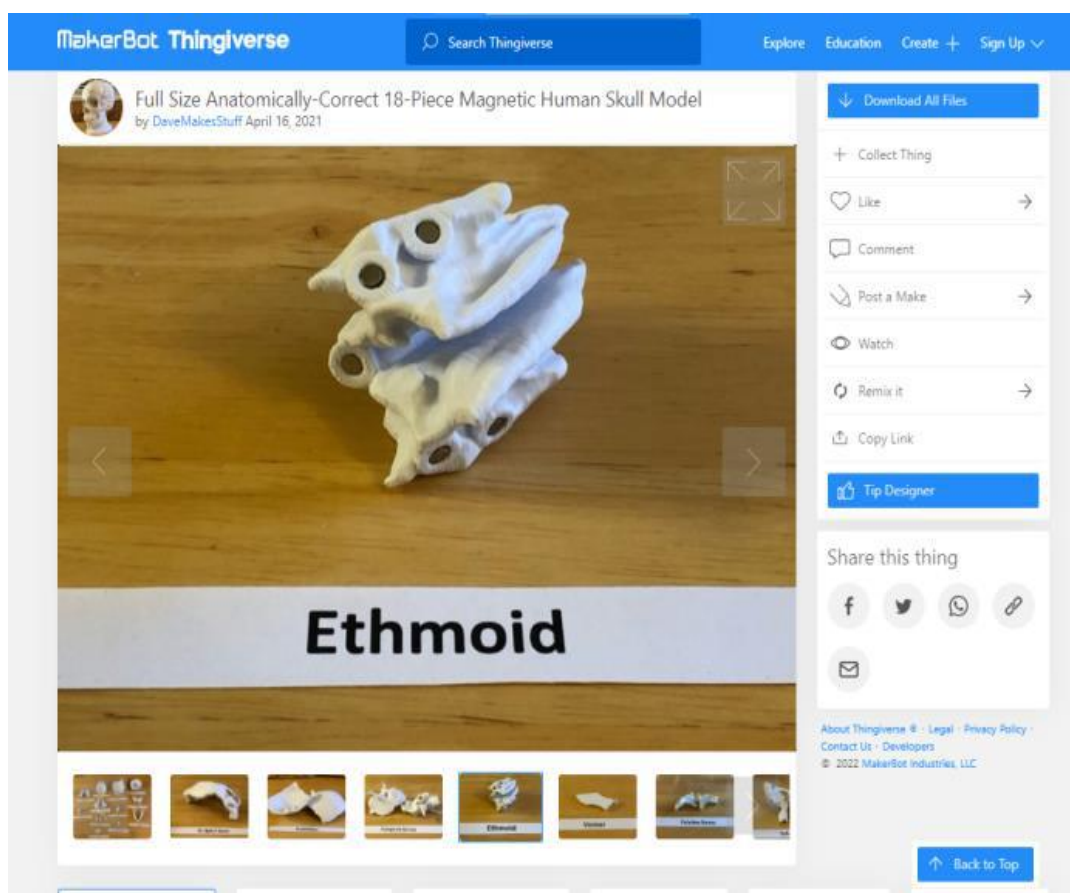
2. Metodologia

Trata-se de um estudo descritivo, do tipo relato de experiência, sobre a aplicação de modelagem tridimensional como ferramenta de aprendizagem durante o intercurso da disciplina de Anatomia Humana Geral para os cursos de Farmácia e Enfermagem do primeiro período no semestre letivo 2021.2 da Universidade Federal do Piauí - UFPI, campus Ministro Petrônio Portela, na cidade de Teresina - Piauí, sendo as aulas divididas em módulos teórico e prático, no Departamento de Morfologia da UFPI. O relato de experiência é uma ferramenta da pesquisa descritiva que evidencia uma ação que aborda uma situação vivenciada no ambiente profissional de interesse da comunidade científica (Flick, 2013).

Para tanto, as turmas foram divididas em grupos e foi solicitado, sob orientação das professoras responsáveis pelas disciplinas, a escolha de uma peça anatômica por equipe para impressão em modelo tridimensional e posterior apresentação; foram selecionadas as seguintes peças anatômicas: o coração, os ossos hióide, esfenóide, etmóide, zigomático e mandíbula, bem como, ossos da mão e do pé.

Para impressão utilizou-se o banco de modelos 3D da plataforma Thingiverse (Figura 1) para se obter os modelos das peças anatômicas solicitadas pelos alunos no formato STL. Após a etapa de obtenção, por intermédio do software da Autodesk (Meshmixer) os modelos foram customizados com o nome dos integrantes das turmas e com a remoção de alguns suportes e conectores dos modelos, além disso utilizou-se o software para a análise e a correção das malhas dos modelos.

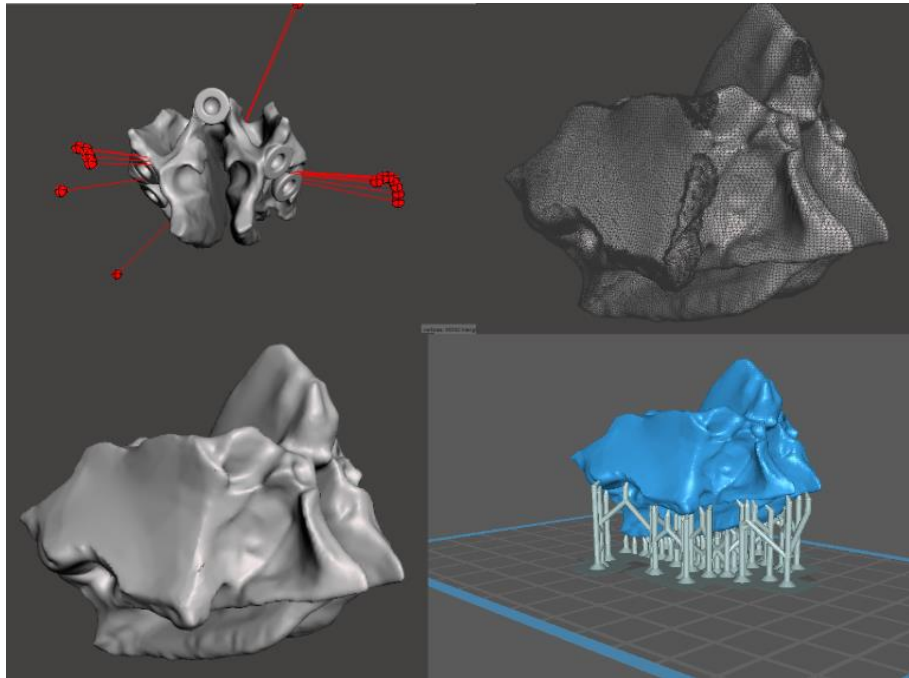
Figura 1 - Identificação do modelo do osso etmóide na plataforma Thingiverse.



Fonte: Autores (2022).

Em seguida, os modelos foram enviados para o software de fatiamento, Chitubox, onde inseriu-se os respectivos parâmetros de impressão para as resinas a serem utilizadas na confecção tridimensional dos biomodelos anatômicos, adicionou-se um suporte às peças para otimizar a impressão e fatiou-se o arquivo em 3D para ser enviado para impressora que foi utilizada em um formato reconhecido por ela (Figura 2). Após o fatiamento, o arquivo foi transferido para um pendrive que por sua vez foi conectado à impressora.

Figura 2 - Correção da malha do modelo 3D do osso etmóide e adição de suportes para impressão.



Fonte: Autores (2022).

A impressora escolhida foi a Anycubic Photon Mono SE SLA/LCD (Figura 3) que utiliza resina fotopolimerizável a comprimentos de onda de 405nm para confeccionar peças em três dimensões. Essa impressora possui dimensões de 220 x 200 x 400 mm e dimensão máxima para impressão de 130 x 78 x 160 mm. Após a impressão 3D, foi realizado o acabamento dos biomodelos, com o auxílio de lavagem com álcool isopropílico e a pós cura com o equipamento Wash and Cure 2.0 da Anycubic e remoção dos suportes.

Figura 3 – Modelo de impressora 3D utilizada na confecção das peças.



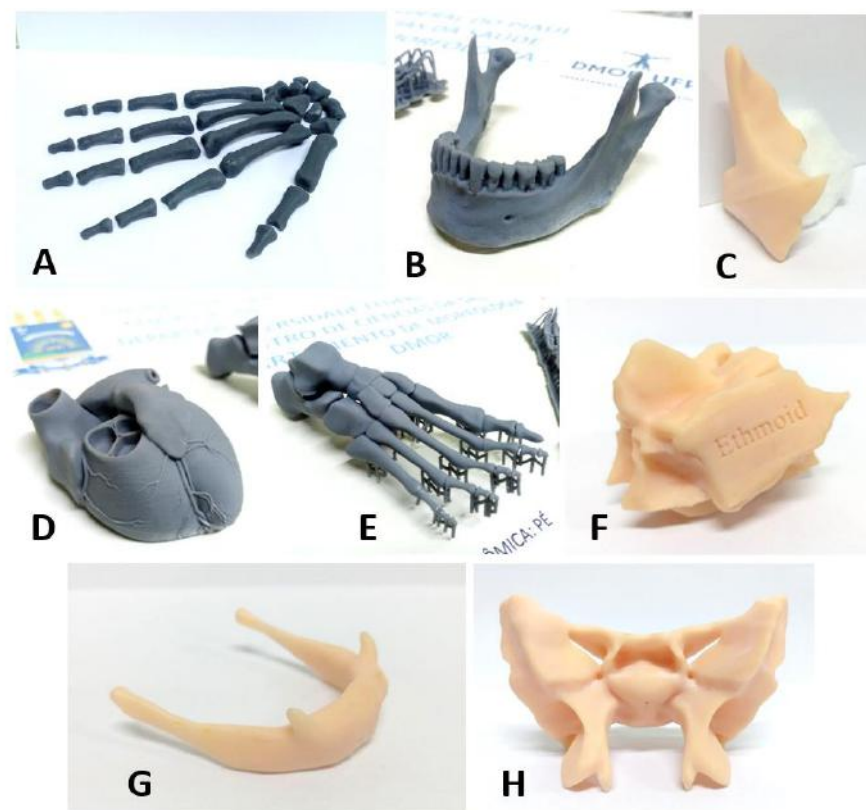
Fonte: Autores (2022).

Após a confecção dos biomodelos, os grupos foram instruídos a apresentarem suas respectivas peças em sala de aula para toda a turma e a produzirem um vídeo didático com explicações acerca das características, localização no corpo, acidentes anatômicos, aspectos clínicos e curiosidades da estrutura confeccionada, para posteriormente, esse conteúdo ser divulgado em redes sociais tanto dos próprios alunos, docentes e professores envolvidos [CT4] [CT5], quantos para os usuários em geral das redes sociais utilizadas.

3. Resultados e Discussão

Ao final do processo, foram impressas oito peças anatômicas tridimensionais em resina, expostas na Figura 4, e produzidos vídeos educativos referentes aos biomodelos confeccionados.

Figura 4 – Biomodelos produzidos. **A** – Ossos da mão direita; **B**- Mandíbula; **C** – Zigomático; **D** – Coração; **E** – Ossos do pé; **F** – Etmóide; **G** – Hilóide; **H** – Esfenóide.



Fonte: Autores (2022).

A utilização de corpos humanos naturais se mostra cada vez mais necessária dentro do ensino, tanto para o aprendizado quanto para o aperfeiçoamento de profissionais experientes. Porém, tal benefício é acompanhado de dificuldades que envolvem desde estigmas sociais e religiosos, até processos legislativos, trazendo problemáticas ao acesso de cadáveres por instituições de ensino públicas e privadas. A legislação que rege a obtenção legal de corpos dentro de um território nacional é variável entre países e comumente está fundamentada por fatores culturais daquela sociedade, aumentando práticas de importação e exportação de cadáveres como forma de contornar tal obstáculo, mas que acabam por complexificar ainda mais o processo de aquisição e agrava-se quando o destino final desses corpos são distritos situados em localidades de difícil acesso e com poucos recursos para custeio dos trâmites logísticos (Queiroz, 2005; Cordeiro & Menezes, 2019).

Além disso, para obter-se uma peça anatômica humana pronta para o estudo é necessário um longo tempo de preparo, através de imersão em formaldeído (formol) até que se possa disponibilizar o corpo integralmente para estudo ou seccionamento das estruturas anatômicas presentes. Como aspectos negativos, o formol é capaz de modificar a coloração da peça, escurecendo-a, além de encharcá-la, aumentando seu peso e volume, e é extremamente irritante aos olhos e mucosas respiratória (Kimura; Carvalho, 2010). Outro fator agravante sobre as complicações apresentadas na utilização de corpos humanos se dá por meio da dificuldade de extração de algumas peças anatômicas específicas, as quais devido grande fragilidade pode ser danificada durante esse processo e/ou mesmo implicar em danos e perdas de outras estruturas proximais para sua obtenção, como ocorre, por exemplo, com os ossos da base do crânio tais como: esfenoide e etmóide.

Atualmente, existem diversos bancos de dados de objetos 3D disponíveis na internet e que podem substituir as peças cadavéricas e assim, auxiliar os alunos no estudo da Anatomia, sendo eles gratuitos ou pagos a exemplo do Thingiverse, Repables e MyMiniFactory. Além disso, alguns sites são específicos para construção de modelos em 3D, como: o Meshmixer, Tinkercad e Blender. Tais sites, utilizam como arquivo, principalmente, o STL tipo de formato de arquivo para impressão 3D pois é através dele que ocorre a comunicação entre o software de confecção e o de fatiamento de uma determinada impressora (Attene et al., 2013; Silva et al., 2020).

Além disso, as impressoras 3D encontram-se em constante evolução, não só no quesito tecnológico, mas também no seu acesso. Atualmente, impressoras 3D difundem-se no mercado global de consumo não sendo mais restritas somente à grandes fábricas. Isso se deve ao seu barateamento e a sua gradual facilidade de uso e aprendizado. No quesito tecnologia, as impressoras ao longo dos anos, progressivamente, aumentaram sua precisão de modelagem e reduziram seu tempo de produção e dimensões do equipamento, de modo a criar peças mais realistas em períodos de tempos menores, ocupando menos espaço que os primeiros protótipos, fatores que também estimulam ainda mais a sua aquisição para uso e aplicações cotidianas, como dentro do ensino e estudo anatômicos, por exemplo (Pinheiro et al., 2018).

4. Considerações Finais

A elaboração desse conteúdo mostrou-se efetiva com uma abordagem dinâmica sobre um tema que anteriormente era explanado de forma convencional, o que possibilitou uma melhor compreensão do conteúdo e fixação das informações quando estas foram associadas a momentos lúdicos que fogem do habitual, presente no âmbito acadêmico.

Outrossim, a utilização de biomodelos anatômicos tridimensionais mostrou-se como uma metodologia ativa eficiente, além de uma alternativa moderna para contornar o obstáculo da falta de peças anatômicas reais para os estudos na disciplina de Anatomia Humana para os cursos de graduação em Farmácia e Enfermagem da UFPI, podendo ser utilizada, futuramente, pelos demais cursos de saúde dessa instituição. Da mesma forma, a divulgação dessas atividades através das mídias sociais se mostrou um ponto efetivo ao conseguir interagir com um público além dos discentes ao qual a metodologia foi aplicada, pois a propagação dessas informações em ambientes virtuais pode contribuir tanto na disseminação do conhecimento de forma rápida e prática, quanto no alcance de um grande público e no aumento da probabilidade de incentivar novos projetos e atividades na mesma área e em outras, usando uma metodologia semelhante, assim, possibilitando aprendizado e estimulando o interesse pelo nosso corpo e como somos formados.

Consoante a isso, com a constante evolução e desenvolvimento de novas resinas, essa metodologia torna-se bastante promissora na área da Anatomia Humana, conferindo-a um vasto campo de aplicação onde o uso de impressões 3D pode-se fazer útil de inúmeras formas e a produção desses materiais tem a possibilidade de ganhar diversas finalidades. Além disso, todos os grupos demonstraram comprometimento e entusiasmo contribuindo para um aprendizado mais consolidado. Unindo-se a isso foram capazes de perceber a importância de se produzir biomodelos em 3D para o estudo da Anatomia Humana, onde puderam observar a execução de técnicas ainda pouco conhecidas, executadas em equipamentos modernos que, até então, aparentavam

fazer parte de uma realidade distante, mas que ainda assim, culminaram na produção de exemplares que supriram a necessidade do estudo tátil em Anatomia no departamento de Morfologia da UFPI.

Vale ressaltar que, como limitação do estudo, tem-se a dificuldade de reavaliar a experiência dos alunos para validação da aprendizagem de longo prazo. Além disso, estudos que avaliam a implantação de protótipos 3D como ferramentas de ensino ainda são escassos e estritos. Portanto, ressalta-se a importância de novas pesquisas sobre esse tema para demonstrar a eficácia dessa abordagem no aprendizado à longo prazo.

Referências

- Attene, M., Campen, M., & Kobbelt, L. (2013). Polygon mesh repairing: An application perspective. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 45(2), 1-33.
- Bona, C. D. (2019). Aprendizagem de anatomia vertebral humana por meio do uso de modelos vertebrais lombares 2D e 3D.
- Cordeiro, R. G., & Menezes, R. F. (2020). A Falta de Cadáveres para Ensino e Pesquisa. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 43, 579-587.
- Cyrino, E. G., & Toralles-Pereira, M. L. (2004). Trabalhando com estratégias de ensino-aprendizado por descoberta na área da saúde: a problematização e a aprendizagem baseada em problemas. *Cadernos de saúde pública*, 20, 780-788.
- Flick, U. (2012). *Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes*. Penso Editora.
- Gaeta, C., & Masetto, M. (2010). Metodologias ativas e o processo de aprendizagem na perspectiva da inovação. In *Congresso internacional PBL*.
- Gomes, A. P., Arcuri, M. B., Cristel, E. C., Ribeiro, R. M., Souza, L. M., & Siqueira-Batista, R. (2010). Avaliação no ensino médico: o papel do portfólio nos currículos baseados em metodologias ativas. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 34, 390-396.
- de Souza Bomfim, J., Rocha, T. M. R., da Silva Nascimento, F., Santos, S. B. B., & dos Santos, C. O. (2021). Estratégias pedagógicas para aprendizagem dos músculos da face e sistema respiratório através do instagram. *Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão da Uergs (SIEPEX)*, 1(10).
- Kimura, A. K., & Carvalho, W. L. (2010). Estudo da relação custo x benefício no emprego da técnica de glicerinação em comparação com a utilização da conservação por formol. *Trabalho de Conclusão de Curso (Extensão em Higiene Ocupacional)-Universidade Estadual Paulista*.
- Loiola, M., Shibasaki, W. M. M., Lima, L., Seixas, M. C., Ribeiro, S., Poleti, T. M., & Cotrim-Ferreira, F. (2018). Impressão 3D: materializando o virtual. *OrtodontiaSPO*, 51(3), 344-9.
- Pinheiro, C. M. P., Mota, G. E., Steinhilber, C., & de Souza, M. (2018). Impressoras 3D: uma mudança na dinâmica do consumo. *Signos do Consumo*, 10(1), 15-22.
- Prado, M. L. D., Velho, M. B., Espíndola, D. S., Sobrinho, S. H., & Backes, V. M. S. (2012). Arco de Charles Maguerez: refletindo estratégias de metodologia ativa na formação de profissionais de saúde. *Escola Anna Nery*, 16, 172-177.
- Queiroz, C. D. A. F. (2005). *O uso de cadáveres humanos como instrumento na construção de conhecimento a partir de uma visão bioética* (Doctoral dissertation, Universidade Católica de Goiás).
- dos Reis, D. D. A. L., Gouveia, B. L. R., de Alcântara, B. M., Saragiotto, B. P., Baumel, É. E. D., Ferreira, J. S., & de Assis Neto, A. C. (2017). Biomodelos ósseos produzidos por intermédio da impressão 3D: uma alternativa metodológica no ensino da anatomia veterinária. *Revista de Graduação USP*, 2(3), 47-53.
- Romeiro, N. C., Salomão, A., Prim, G. S., & Vieira, M. L. H. (2019). Impressão 3D de peças anatômicas escaneadas como ferramenta de educação. In *Anais do 9º Congresso Internacional de Design da Informação. Belo Horizonte, MG, Brasil. DOI (Vol. 10)*.
- Sampaio, C., & Martins, R. (2013). A modelagem 3d virtual e a impressão 3d como ferramentas de apoio ao aprendizado na educação infantil: viabilidade e possibilidades de aplicação. *Universidade Estadual de Londrina, Londrina*.
- Silva, P. C., Santandrea, R. S., Brandão, L. C., Xavier, M. V. A., & Volpini, V. L. (2020). Impressão 3D: Um guia prático. *Brazilian Journal of Development*, 6(11), 84478-84493.
- Silva, Y. A., Júnior, E. X. D. S., Da Silva, B. N., Rodrigues, G. P., de Sousa, G. O., Novaes, W. A., & Schwingel, P. A. (2017). Confecção de modelo neuroanatômico funcional como alternativa de ensino e aprendizagem para a disciplina de neuroanatomia. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, 12(3), 1674-1688.
- Silva, Y. C., de Oliveira Junior, E., & Tinoco-Veras, C. M. (2021). A utilização de metodologias ativas na formação de profissionais de saúde: uma revisão integrativa. *Jornal Interdisciplinar de Biociências*, 6(2), 14-19.
- Suárez-Escudero, J. C., Posada-Jurado, M. C., Bedoya-Muñoz, L. J., Urbina-Sánchez, A. J., Ferreira-Morales, J. L., & Bohórquez-Gutiérrez, C. A. (2020). Enseñar y aprender anatomía: Modelos pedagógicos, historia, presente y tendencias. *Acta Médica Colombiana*, 45(4).
- Wen, C. L. (2016). Homem Virtual (Ser HUMANO VIRTUAL 3D): a integração da computação gráfica, impressão 3D e realidade virtual para aprendizado de anatomia, fisiologia e fisiopatologia. *Revista de Graduação USP*, 1(1), 7-15.