

**Um estudo sobre a tecnologia 3D aplicada ao ensino de anatomia: uma revisão
integrativa**

A study on 3D technology applied to teaching anatomy: an integrative review

**Un estudio sobre tecnología 3D aplicada a la enseñanza de la anatomía: una revisión
integradora**

Recebido: 14/10/2020 | Revisado: 22/10/2020 | Aceito: 28/11/2020 | Publicado: 02/12/2020

Josaphat Soares Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7077-0487>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: josasoaresneto@gmail.com

Maria Lucianny Lima Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1652-6544>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: marialucianny@gmail.com

Heliene Linhares Matos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3797-3124>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: hlmatos@unifor.br

Antônio Roberto Xavier

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3018-2058>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: roberto@unilab.edu.br

Gilberto Santos Cerqueira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6717-3772>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: giufarmácia@hotmail.com

Emmanuel Prata de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9591-2202>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: emmanuelprata@gmail.com

Resumo

Este artigo tem como objetivo investigar o uso da tecnologia 3D no ensino de anatomia. Os principais requisitos desse estudo consistem em saber se o uso da tecnologia 3D facilita o aprendizado dos conteúdos abordados no ensino de anatomia humana. Trata-se de um estudo preliminar que pode servir de parâmetros para uma formação crítica, reflexiva e criativa dos alunos da área da saúde com a utilização dos recursos tecnológicos 3D. Nesta revisão, realizada no período de setembro a outubro de 2019, buscou-se artigos indexados nas bases de dados eletrônicas PubMed, ScienceDirect e Google Scholar, publicados em português e inglês, de 2015 a 2019. Os descritores utilizados foram: “3D”, “ensino”, “anatomia humana”, “aprendizado”. Estudos de revisão, artigos com duplicidade de dados; títulos e / ou resumos que não atendem aos critérios de inclusão foram excluídos, bem como trabalhos com ausência de informações pertinentes, totalizando 14 artigos para análise nesta revisão. Embora a prospecção seja o método mais comum de ensino de anatomia, tecnologias recentes, como o software 3D, também são consideradas ferramentas de ensino úteis. Os alunos de graduação apresentaram como única desvantagem a necessidade de ter o recurso tecnológico pra criar ou replicar modelos 3D. A grande maioria dos trabalhos demonstraram satisfação dos estudantes quando estes utilizaram os modelos 3D. O presente trabalho demonstra que os modelos 3D são ferramentas viáveis e suplementares para o estudo da anatomia humana, porém ainda há necessidade de mais estudos para melhor forma de utilização dessas ferramentas no processo de ensino-aprendizagem da anatomia humana.

Palavras-chave: Tecnologia 3D; Ensino de anatomia; Aprendizagem.

Abstract

This article aims to investigate the use of 3D technology in teaching anatomy. The main requirements of this study are to know if the use of 3D technology facilitates the learning of the contents covered in the teaching of human anatomy. It is a preliminary study that can serve as parameters for a critical, reflective and creative training of students in the health field with the use of 3D technological resources. In this review, carried out from September to October 2019, we searched for articles indexed in the electronic databases PubMed, ScienceDirect and Google Scholar, published in Portuguese and English, from 2015 to 2019. The keywords used were: “3D”, “Teaching”, “human anatomy”, “learning”. Review studies, articles with duplicate data; titles and / or abstracts that do not meet the inclusion criteria were excluded, as well as papers with a lack of relevant information, totaling 14 articles for analysis in this review. Although prospecting is the most common method of teaching

anatomy, recent technologies, such as 3D software, are also considered useful teaching tools. Undergraduate students presented as the only disadvantage the need to have the technological resource to create or replicate 3D models. The vast majority of works showed student satisfaction when they used 3D models. The present work demonstrates that 3D models are viable and supplementary tools for the study of human anatomy, however there is still a need for further studies to better use these tools in the teaching-learning process of human anatomy.

Keywords: 3D technology; Anatomy teaching; Learning.

Resumen

Este artículo tiene como objetivo investigar el uso de la tecnología 3D en la enseñanza de la anatomía. Los principales requisitos de este estudio son saber si el uso de la tecnología 3D facilita el aprendizaje de los contenidos cubiertos en la enseñanza de la anatomía humana. Se trata de un estudio preliminar que puede servir de parámetros para una formación crítica, reflexiva y creativa de los estudiantes en el campo de la salud con el uso de recursos tecnológicos 3D. En esta revisión, realizada de septiembre a octubre de 2019, se buscaron artículos indexados en las bases de datos electrónicas PubMed, ScienceDirect y Google Scholar, publicados en portugués e inglés, de 2015 a 2019. Las palabras clave utilizadas fueron: “3D”, “Enseñanza”, “anatomía humana”, “aprendizaje”. Revisar estudios, artículos con datos duplicados; Se excluyeron los títulos y / o resúmenes que no cumplieron con los criterios de inclusión, así como los trabajos con falta de información relevante, totalizando 14 artículos para análisis en esta revisión. Aunque la prospección es el método más común para enseñar anatomía, las tecnologías recientes, como el software 3D, también se consideran herramientas de enseñanza útiles. Los estudiantes de pregrado presentaron como única desventaja la necesidad de contar con el recurso tecnológico para crear o replicar modelos 3D. La gran mayoría de los trabajos mostraron satisfacción de los estudiantes cuando utilizaron modelos 3D. El presente trabajo demuestra que los modelos 3D son herramientas viables y complementarias para el estudio de la anatomía humana, sin embargo, aún se necesitan más estudios para utilizar mejor estas herramientas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la anatomía humana.

Palabras clave: Tecnología 3D; Enseñanza de anatomía; Aprendizaje.

1. Introdução

Muito se tem discutido a respeito do ensino da anatomia humana, tendo em vista a importância que o seu estudo resulta para a prática do profissional da área da saúde. Entende-se neste contexto, que o conhecimento da anatomia é necessário para qualquer profissional da saúde, pois estabelece as bases para as tarefas clínicas eficazes como a realização de exame físico, avaliação de imagens e todas as práticas procedimentais, seja elas emergenciais, diagnósticas e de tratamento (Dinsmore *et al.*, 1999; Older, 2004; Turney, 2007).

Vale ressaltar ainda, que o conhecimento da anatomia também é preliminar ao tratamento cirúrgico treinamento e execução segura de procedimentos cirúrgicos (Turney, 2007; Habbal, 2009; Sugand *et al.*, 2010).

A crescente evolução das tecnologias digitais e sua inclusão no processo educacional tem levado a discussão sobre sua utilização no ambiente da prática pedagógica. No ensino da anatomia humana são utilizadas imagens para ajudar na identificação das estruturas anatômicas do corpo humano, possibilitando aos alunos uma melhor compreensão sobre sua localização, morfologia, fisiologia e funcionalidade.

Nesta perspectiva, as tecnologias digitais vêm se atualizando e os conteúdos abordados no ensino de anatomia encontram-se à disposição dos alunos em diversos meios e suportes tecnológicos. Entretanto, apesar deste avanço tecnológico no processo educacional na área da saúde, em especial, no ensino de anatomia, se faz necessário pensar se o uso das tecnologias digitais está correspondendo aos anseios dos alunos quanto a sua aprendizagem dos conteúdos relacionados com a anatomia humana, importantes para sua formação inicial e profissional, como também, na qualificação do ensino nas instituições superiores da área da saúde.

Segundo Bello e Brenton (2011), com o propósito de observar a complexa relação entre a evolução tecnológica e as necessidades reais de aprendizado é preciso pensar sobre o valor educativo da simulação e do aprendizado por meio dos incrementos tecnológicos no ensino.

Outro fato fundamental e que representa como um dos maiores desafios das instituições de ensino superior é formar o profissional da saúde com um perfil considerado crítico-reflexivo e criativo frente aos problemas do cotidiano. Torna-se necessário uma reflexão e uma reavaliação da prática educacional de todos os envolvidos na formação inicial dos alunos da área da saúde, em especial, no ensino de anatomia, proporcionando alternativas para adentrar a realidade social, ética e crítica de um profissional de saúde no processo ensino-aprendizagem.

Assim, o objetivo deste estudo é investigar o uso das tecnologias, em especial a tecnologia 3D no ensino de anatomia facilita o aprendizado dos conteúdos abordados no ensino de anatomia humana através de uma revisão de literatura.

O cadáver como recurso de construção da disciplina de anatomia humana

Uma das metodologias mais antigas para o estudo da Anatomia é a utilização de cadáveres humanos, que se inicia sistematicamente no final da Idade Média (Mandressi, 2008) e perdura até hoje nas universidades.

O uso de cadáveres dissecados nas aulas de anatomia é visto há muito tempo como padrão no ensino de anatomia (Sugand *et al.*, 2010), pois essa ferramenta possibilita aos alunos uma visão tridimensional (3D) do corpo humano, uma sensação de como diferentes características anatômicas se sentem e uma apreciação de profundidade, fragilidade e variabilidade dentro do corpo humano (Willan, Humpherson, 1999; Aziz *et al.*, 2002; Mclachlan *et al.*, 2004; Older, 2004).

Observa-se atualmente em várias instituições de ensino da área da saúde no mundo, um número limitado ou inexistente de cadáveres para o ensino de anatomia devido a vários fatores a serem destacados, como financeiros, barreiras religiosas, culturais e legais (Turney, 2007; Mcmenamin *et al.*, 2014; Ghosh, 2017).

A falta de experiência prática com o uso de espécimes cadavéricos devido a sua escassez pode comprometer a capacidade dos estudantes aprender a organização 3D, as interações existentes de estruturas e órgãos, o que pode levar a deficiências no entendimento de relações anatômicas comprometendo sua formação inicial.

Devido a esta problemática, as instituições de ensino da saúde tem-se voltado em buscar novas alternativas metodológicas e ferramentas, afim de suprir essas deficiências no ensino de anatomia.

Práticas didáticas, recursos e métodos atuais no ensino da Anatomia Humana.

Dentre as principais ferramentas alternativas utilizadas pelas escolas médicas têm-se os modelos de plástico, amostras plastinadas, programas de computador 3D e imagens médicas em local dos cadáveres (Hagens, 1979; Mclachlan *et al.*, 2004; Fruhstorfer *et al.*, 2011; Ghosh, 2017).

Apesar da inclusão dessas ferramentas no meio acadêmico, observou-se algumas deficiências ao seu uso no ensino de anatomia. Em relação a isso, tomamos como exemplos, os modelos de plástico são rígidos, não realistas e insuficientemente detalhados para o ensino (Mcmenamin *et al.*, 2014; Baskaran *et al.*, 2016); as amostras e próteses plastinadas oferecem uma visão realista das estruturas anatômicas e seus relacionamentos, mas são caros, frágeis e falta a flexibilidade e a sensação realista do corpo humano (Fruhstorfer *et al.*, 2011; Mcmenamin *et al.*, 2014).

Em relação às várias modalidades de imagem como raio-X, tomografia computadorizada, ressonância magnética e ultrassom são as mais usadas para ensinar principalmente a anatomia esquelética, superficial e viva (Mclachlan *et al.*, 2004).

Vale ressaltar que nas últimas décadas, o ultrassom surgiu como uma ferramenta de suma importância no processo de ensino e aprendizagem relacionado para demonstrar anatomia dinâmica e imagem de processos fisiológicos em tempo real (Pawlina, Drake, 2015; Royer, 2016).

Outra ferramenta muito usada no ensino de anatomia atualmente é representação 3D virtual do corpo, usando imagens de cadáveres reais ou de ilustrações. Apesar da riqueza de detalhes não fornece aos alunos a representação 3D imediata e feedback tátil que são fornecidos pelos modelos físicos, que podem ser mantidos e examinados de todos os ângulos (Preece *et al.*, 2013; Mashiko *et al.*, 2015).

Recentemente, a aplicação da tecnologia de impressão 3D está crescendo nas ciências biomédicas para fabricação de biomodelos, dispositivos médicos e implantes (Rengier *et al.*, 2010; ESSES *et al.*, 2011; Michalski, Ross, 2014; Ventola, 2014; Fredieu *et al.*, 2015; Lee *et al.*, 2016; Marro *et al.*, 2016; Sing *et al.*, 2016; Tan *et al.*, 2016).

Nesta perspectiva, o uso de peças anatômicas impressas 3D poderia ser uma ferramenta alternativa adequada para suprir a escassez de cadáveres no ensino de anatomia. Esta apresenta vantagens sobre imagens estáticas ou modelos 3D virtuais, pois pode ser tocada, manuseada e manipulada, oferecendo detalhes precisos da anatomia e são de custo baixo e reproduzível (Mcmenamin *et al.*, 2014; Fredieu *et al.*, 2015; Vaccarezza, Papa, 2015; Lim *et al.*, 2016).

Nesta perspectiva, tem-se como pergunta norteadora desta revisão: O uso de peças impressas 3D possibilita um melhor desempenho no ensino de anatomia, assim como na aprendizagem dos conteúdos relacionados?

Neste sentido, este estudo de revisão integrativa, busca-se respostas sobre a manipulação de peças impressas 3D no ensino de anatomia em instituições de ensino superior

na área da saúde em diversos países, inclusive no Brasil, relacionado com o avanço na qualificação do ensino, bem como, na promoção da aprendizagem dos conteúdos relacionados com essa temática.

Destaca-se que este estudo é composto por esta introdução, em seguida a metodologia e discussão teórica, além da discussão dos resultados, e por fim, as considerações finais.

A seguir detalha-se a metodologia e procedimento metodológico do estudo.

2. Metodologia

O estudo trata-se de uma revisão integrativa sobre a temática: A tecnologia 3D aplicada ao ensino de anatomia: uma revisão integrativa, de natureza qualitativa.

Nesta revisão, buscou-se artigos indexados nas bases de dados eletrônicas PubMed, Science Direct e Google Scholar, publicados em português e inglês, de 2015 a 2019. A revisão foi restrita a artigos que abordam a tecnologia 3D aplicada ao ensino de anatomia. Os artigos foram pesquisados de setembro de 2015 a outubro de 2019. O acesso às comunidades federadas (Café) foi disponibilizado no portal da revista CAPES para obter os artigos completos.

Em relação ao suporte teórico a metodologia empregada na revisão integrativa refere-se a um estudo bibliográfico com técnicas e etapas pré-definidas, sujeitas a reprodução Rother (2007) e análise de informações científicas, com vista a identificar omissões de conhecimento, apontar estudos já produzidos e indicar prioridades para futuros estudos e/ou tomada de decisões (Paiva, *et al*, 2016).

Conforme Botelho, De Almeida e Macedo (2011), a revisão integrativa é constituída de seis fases, a saber: identificação do tema e a pergunta guia da pesquisa, escolha de critérios de inclusão e exclusão, identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados, categorização destes estudos, análise e interpretação dos resultados e a apresentação da síntese/revisão do conhecimento.

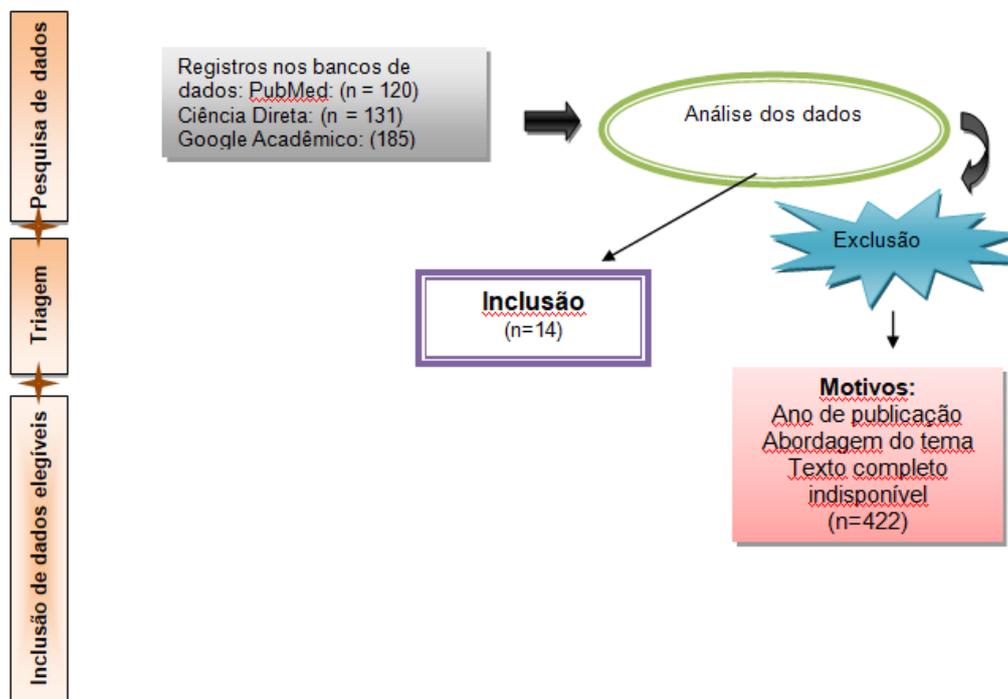
Os descritores utilizados foram: “Tecnologia 3D”, “Ensino de anatomia”, “Aprendizagem”. Estudos de revisão, artigos com duplicidade de dados; títulos e / ou resumos que não atendem aos critérios de inclusão foram excluídos, bem como trabalhos com ausência de informações pertinentes, totalizando 14 artigos para análise nesta revisão.

Para a discussão dos dados e interpretação da pesquisa, considerou-se a abordagem do tema; o artigo disponível na íntegra, o ano de publicação e outros critérios de seleção de artigos para que pudéssemos detalhar com maior profundidade a temática e suas

particularidades.. A apresentação dos artigos encontrados em alguns incluídos e excluídos, bem como sua distribuição aplicada, é mostrada na (Figura 1).

Assim, detalhando o diagrama abaixo, inicialmente foram selecionados na plataforma da PubMed um total de 120 artigos, Science Direct com 131 artigos e por fim, o Google Acadêmico com 185 artigos, totalizando 436 artigos. Após a triagem desses artigos, foram excluídos 422 a partir dos critérios pré-estabelecidos anteriormente ressaltando fundamentais: ano de publicação fora do período selecionado, abordagem do tema inadequado, texto do artigo incompleto, resultando numa lista de 14 artigos elegíveis.

Figura 1. Diagrama de fluxo para inclusão / exclusão e processamento de dados.



Fonte: Autores (2019).

3. Resultados e Discussão

O estudo da temática em questão teve como foco principal identificar por meio de uma revisão integrativa o uso das tecnologias digitais 3D aplicadas no ensino de anatomia buscando identificar os impactos causados por essa integração tecnológica na transposição didática dos conteúdos aos alunos, refletindo na aprendizagem dos mesmos e na qualificação da prática docente.

Após a seleção criteriosa dos 14 artigos a serem incluídos para uma análise qualitativa, elaboramos uma tabela onde mostra os seguintes dados: Nome dos autores, revista, objetivos, resultados, conclusões e Qualis. Esses detalhes estão representados no Quadro 1, Tabela de estudo da Revisão Integrativa.

Quadro 1. Tabela Revisão Integrativa.

Autores(as)	Revista	Objetivos	Resultados	Desfecho	Qualis
Monique Garas, Mauro Vaccarezza, George Newland, Kylie Mcvaydoornbusc H., Jamila Hasani. (2018)	Anais da Anatomia - Anatomischer Anzeiger	Investigar o uso de modelos 3D para o aprendizado de anatomia.	74% da população selecionou modelos 3D como a mais útil para identificação de estruturas fixadas e 45% como método preferido no aprendizado de anatomia.	Afirma a viabilidade de modelos impressos 3D como um ativo valioso no aprendizado de Anatomia.	A4
Sonia Pujol, Michael Baldwin, Joshua Nassiri, Ron kikinis, kitt Shaffe (2016)	Academic Radiology	Demonstrar a viabilidade e os benefícios do desenvolvimento de módulos de ensino inovadores para o ensino de anatomia de estudantes de medicina do primeiro ano, com base em reconstruções tridimensionais (3D) a partir de dados reais do paciente.	A interação com os modelos 3D levou melhor compreensão da forma e das relações espaciais nas estruturas e ajudou a nas variações anatômicas de um corpo para outro.	Demonstra a viabilidade de uma abordagem possível para a geração de modelos 3D da anatomia a partir de dados reais do paciente.	A3
Mítrosias, Sokratis E. Varitimidis, Michael E. Hantes, Konstantinos N. Malizos, Aristeidis H. Zibi. (2018)	Anais da Anatomia - Anatomischer Anzeiger	Investigar qual método está associado a um melhor resultado, avaliado pelo desempenho dos alunos nos exames, quando se compara o aprendizado ao uso do software 3D.	Os estudantes que utilizaram o software 3D apresentaram melhor desempenho nos exames, em relação aos estudantes que usavam prótese.	A prospecção é o método mais comum de ensino de anatomia, mas, tecnologias recentes, como o software 3D, também são ferramentas de ensino úteis.	A4

Benjamin Langridge , Sheikh Momin , Ben Coumbe , Evelina Woin , Peter Butler. (2018)	journal of Surgical Education	Avaliar o uso da impressão 3D no ensino de anatomia e na avaliação cirúrgica.	A impressão 3D tem sido usada na educação anatômica e planejamento pré-operatório, demonstrando melhores resultados que os métodos educacionais tradicionais realizados comumente.	A tecnologia de impressão 3D tem uma ampla gama de aplicações em potencial na educação e no treinamento cirúrgico.	A2
Lozano M.T.U, Haro F.B, Diaz C.M, Manzoor S, Ugidos G.F, Mendez J.A.J. (2017)	Journal of Medical Systems	Apresentar um modelo 3D de crânio a fim de ser usado no ensino de anatomia para alunos da graduação.	Criação de modelos 3D do crânio, em escala real para os alunos manipular e identificar os detalhes anatômicos.	Avanço no design de impressoras 3D como o novo soft-ware, facilita seu uso e sugere essa tecnologia na medicina e educação.	A3
Young J.C, Quayle M.R, Adams J.W, Bertram J.F, Mcmenamin P.G. (2019)	Anatomical Sciences Education	Apresentar uma nova abordagem usando réplicas impressas tridimensionais (3D) de materiais humanos reais nas aulas práticas, permitindo assim a inclusão de exemplos precisos da anatomia do desenvolvimento humano no contexto educacional.	Produção de réplicas 3D precisas, que reduziu o potencial de reação adversa do aluno à observação de amostras anatômicas embrionárias reais e reduz o dano ou perda de dados originais.	As melhorias na gestão e análise de dados digitais, avanços na tecnologia de digitalização, é um enorme potencial para permitir que os estudantes tenham acesso à coleções de material gestacional humano.	A1
Khayruddeen L., Livingstone D., Ferguson E., (2019).	Advances in Experimental Medicine and Biology	Avaliar se aplicativos 3D interativos pode fornecer uma ferramenta útil para ensinar assuntos de anatomia mais complexos e não estáticos, como crescimento e desenvolvimento .	O aplicativo teve feedback positivo do grupo teste. a maioria concordou que o aplicativo 3D os ajudou a aprender mais sobre o crânio humano, na posição e na estrutura dos recursos anatômicos, na comparação de crânios em diferentes estágios de desenvolvimento.	Após esse feedback positivo, outros testes podem ser realizados para avaliar se esse aplicativo 3D confere uma vantagem no aprendizado dos alunos so-bre os métodos tradicionais de ensino.	A4

<p>Lim K.H., Loo Z.Y., Goldie S.J., Adams J.W., Mcmenamain P.G, (2016).</p>	<p>Anatomical Sciences Education</p>	<p>Avaliar a eficácia do uso de material impresso 3D em relação ao material cadavérico.</p>	<p>O grupo que usou apenas o material 3D teve um melhor rendimento no pós-teste, do que os grupos que usaram cadáveres ou material com-binado.</p>	<p>O material 3D pode conferir benefícios ao aprendizado da anatomia e apoia seu uso e avaliação contínua como suplementos aos currículos de cadáveres.</p>	<p>A1</p>
<p>Cuid, Wilson T.D., Rockhold R.W., Lehman M.N., Lynch J.C. (2017)</p>	<p>Anatomical Sciences Education</p>	<p>Investigar se os modelos estéreoscópicos 3D criados a partir de dados de angiografia tomográfica computadorizada (CTA) eram ferramentas de ensino eficazes para a anatomia vascular da cabeça e pescoço.</p>	<p>Os resultados indicaram que todos os alunos expostos aos modelos 3D estereoscópicos nas sessões de aprendizado em 3D aumentaram sua capacidade de identificar corretamente a anatomia vascular da cabeça e pescoço.</p>	<p>O uso de modelos estereoscópicos em 3D pode ser particularmente valioso para os alunos com baixa capacidade espacial.</p>	<p>A1</p>
<p>Sander I.M., Mcgoldrick M.T., Helms M.N., Betts A., Van Avermaetea, Owers E., Doney E., Liepert T., Niebur G., Liepert D., Leevy W.M., (2017)</p>	<p>Anatomical Sciences Education</p>	<p>Comparar as habilidades de diferentes softwares disponíveis para a geração de mapas biomédicos de mapas de superfície para a produção de um núcleo ósseo aumentado e uma representação precisa das passagens do seio humano.</p>	<p>Os dados mostram que o 3D Slicer forneceu a mais alta compatibilidade e resolução de superfície para impressão 3D anatômica.</p>	<p>Os métodos descritos facilitarão a incorporação de modelos Anatômicos impressos em 3D na sala de aula.</p>	<p>A1</p>

Cramer J., Quigley E., Hutchins T., Shah L. (2017).	Journal of Digital Imaging	Utilizar o campo em rápida expansão da tecnologia 3D para criar materiais educacionais interativos e disponíveis gratuitamente para os procedimentos em coluna.	Em relação aos resultados dos testes, a pontuação média no exame aumentou de 70 para 86%, com uma maior melhoria observada nos estagiários menos experientes.	Detalhamos nosso processo de criação e compartilhamento de materiais educacionais em 3D, na esperança de motivar e viabilizar projetos semelhantes, além de um grande potencial para radiologistas.	A4
Murgitroyd E, Madurska M, Gonzalez J, Watson A. (2015).	The Surgeon: Jornal das Faculdades Reais de Cirurgões de Edimburgo e Irlanda	Revisar a literatura em relação à adequação de modelos digitais para o ensino e os usos mais amplos que um modelo de anatomia digital 3D poderia ter, como ensino de pós-graduação, educação do paciente e planejamento cirúrgico.	A modelagem 3D para educação do paciente e planejamento da operação tem menos exploração, e esses documentos geram vários pontos de discussão, principalmente em torno da praticidade dos modelos digitais, que podem consumir mais tempo e exigir que a tecnologia seja amplamente disponível e confiável.	A anatomia digital 3D é um complemento útil ao ensino e seu uso na educação do paciente e no planejamento da operação tem possibilidades interessantes ainda a serem totalmente exploradas.	A4
Zilverschoon , Koen L.. Vincken, Ronald L.A.W. Bleys.(2017)	Journal of Biomedical Informatics	Criar um modelo 3D realista e altamente detalhado da mão e punho, com base em pequenas imagens transversais de intervalo, adequadas para fins de ensino de graduação e pós-graduação, com a possibilidade de realizar uma dissecação virtual em um aplicativo educacional.	O modelo pode ser usado interativamente, alterando a transparência, manipulando estruturas únicas ou agrupadas e, assim, simulando uma dissecação virtual.	O estudo da anatomia das mãos e pulsos usando este modelo é econômico e não é prejudicado pelo acesso limitado a instalações de dissecação reais.	A2

Onisaki H.H.C., De Bastos Vieira R.M. (2019).	Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)	Explicitar os percalços e facilidades vivenciadas durante o processo, fomentando uma discussão orientada na compreensão das possibilidades de uso da tecnologia de impressão 3D por professores, na produção de seus materiais didáticos	Apresentamos as possibilidades de uso das impressoras 3D por professores no desenvolvimento de seus próprios materiais educativos nas mais variadas áreas de conhecimento.	Conclui-se que não bastam iniciativas que instrumentalizem escolas com impressoras 3D e ofereçam cursos-técnicos a professores se não ocorrer a articulação de ações que ampliem o contexto cultural dos docentes na busca pelo conhecimento, utilizando os recursos disponíveis nos dias atuais.	A3
---	--	--	--	---	----

Fonte: Autores (2020).

Diante da análise dos artigos que o estudo selecionou observa-se que os softwares modernos de anatomia tridimensional (3D) é um método de ensino promissor, que pode ser acoplado a imagens obtidas a partir de ressonância magnética e tomografia computadorizada. Vários estudos visam comparar a utilização dos softwares e utilização de peças cadavéricas.

Segundo (Mitroulias *et al.*, 2018), avaliou grupos de estudantes de graduação do primeiro ano de medicina sem conhecimentos prévios de anatomia, onde os estudantes foram divididos em dois grupos que assistiram a palestras e a investigações cadavéricas em laboratório, ou a palestras e o software BioDigital Human.

Os estudantes que utilizaram o software 3D apresentaram melhor desempenho nos exames, em comparação aos estudantes que usavam prótese. Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa em relação à satisfação dos alunos em usar cada método de aprendizagem. Embora a prospecção seja o método mais comum de ensino de anatomia, tecnologias recentes, como o software 3D, também são consideradas ferramentas de ensino úteis.

Vale ressaltar que além dos estudos utilizando softwares a utilização de modelos 3D teve sua evolução com a adaptação de imagens obtidas de ressonância magnética e tomografia para impressão 3D.

Em uma pesquisa realizada com 23 acadêmicos expostos a peças 3D, peças úmidas e plastinadas. Foi possível observar que os modelos impressos em 3D foram classificados como os mais fáceis de identificar os recursos anatômicos necessários. Um número maior de participantes (85%) marcou respostas corretas para modelos 3D em comparação com materiais úmidos e plastinados, 74% dos alunos selecionaram modelos 3D como uma ferramenta mais útil para identificação de estruturas fixas e 45% usam modelos 3D como seu método preferido de aprendizado de anatomia (Garas *et al.*, 2018).

A utilização de modelos 3D apresenta algumas vantagens dentre elas não serem prejudiciais à saúde humana, por não conter substâncias conservantes como formol e por não utilizar cadáveres que muitas vezes pode ser de difícil acesso. Em um estudo realizado com 280 colaboradores de diferentes faculdades da área da saúde: medicina, odontologia, enfermagem, terapia ocupacional e ciências médicas, foram observados resultados positivos na identificação de detalhes anatômicos presentes nos modelos 3D para o estudo de anatomia humana (Lozano *et al.*, 2017).

Conforme (Lim *et al.*, 2016) realizaram um estudo comparando o uso de modelos 3D e cadáveres para o estudo da anatomia humana e observaram uma diferença estatisticamente significativa favorável ao grupo de modelos 3D indicando assim que os modelos 3D não apresentavam desvantagens quando comparado aos cadáveres.

Uma revisão sistemática utilizando 49 estudos evidenciou, que a impressão 3D tem sido usada não apenas para o ensino anatomia básica, mas também no treinamento cirúrgico em uma ampla gama de especialidades. As medidas objetivas e subjetivas dos resultados foram estudadas, demonstrando o uso de modelos impressos em 3D em treinamento e educação. A impressão 3D também tem sido usada na educação anatômica e no planejamento pré-operatório, demonstrando melhores resultados quando comparados aos métodos educacionais tradicionais e melhores resultados para os pacientes, respectivamente (Langridge, 2018).

Achados semelhantes também foram relatados para o estudo em embriologia embrionária e fetal, onde após a utilização de tomografia computadorizada foi possível criar peças semelhantes a anatomia original, além de reduzir o dano potencial dos espécimes originais, apresentando dessa forma grande vantagem devido à dificuldade de obtenção de fetos e embriões pelas universidades. Outra característica interessante é a possibilidade de imprimir várias peças e tornar a aula mais interativa (Young *et al.*, 2019).

O estudo em modelos 3D também foi relevante para o estudo de crânios em diferentes estágios de desenvolvimento, a ferramenta pode ser bem promissora por reproduzir os crânios originais. Outro ponto positivo é a obtenção da imagem de ressonância magnética não causar

nenhuma alteração no desenvolvimento de embriões ou fetos, já que a técnica não utiliza radiação ionizante para obtenção da imagem, caso o estudo do desenvolvimento craniano aconteça ainda na vida intrauterina (Khayruddeen *et al.*, 2019).

As regiões complexas e de difícil aprendizagem como os vasos da cabeça e pescoço também mostrou resultados favoráveis com a utilização de modelos tridimensionais, melhorando a aprendizagem dos estudantes avaliados nos trabalhos que relataram semelhanças das peças tridimensionais com as peças cadavéricas (Cui *et al.*, 2017; Lozano *et al.*, 2017).

Diversos outros autores como (Pujol *et al.*, 2016) realizaram estudos utilizando modelos 3D e alcançaram resultados parecidos com os dos autores descritos anteriormente. Estes autores criaram 196 modelos anatômicos e concluíram que os estudantes interagiram muito bem com os modelos e melhoraram a noção espacial entre as estruturas anatômicas e corpos diferentes.

Estudos também foram realizados com alunos de pós-graduação e foi observado resultados positivos. Eles apresentaram como única desvantagem a necessidade de ter o recurso tecnológico pra criar ou replicar modelos 3D, entretanto estes corroboraram com os autores descritos neste artigo que os modelos são amplamente viáveis e confiáveis para uso no ensino de anatomia (Murgitroyd *et al.*, 2015).

Todos esses estudos são animadores tendo em vista que as peças cadavéricas podem carecer de detalhes importantes para o ensino em morfologia.

4. Considerações Finais

Observa-se nesta revisão que há uma necessidade urgente de mudanças no ensino de anatomia, com a inclusão de novas metodologias de ensino, bem como, o uso de recursos tecnológicos que venham possibilitar ao professor criar ambientes que favoreçam a participação, a comunicação, a interação e o confronto de ideias do aluno, deve conduzir o estudante à aquisição do saber.

A grande maioria dos trabalhos demonstrou satisfação dos estudantes de graduação, pós-graduação e residentes quando estes utilizaram os modelos 3D. Os resultados dos testes realizados também foram melhores quando comparados ao uso de modelos 3D e o método tradicional.

Acreditamos que para incorporar as tecnologias 3D no ensino de anatomia, é preciso ousar, vencer desafios, articular e inovar saberes, criando e desatando os nós que se

relacionam com a inclusão de diferentes tecnologias digitais, as teorias educacionais, a aprendizagem do aluno, a prática do professor e a mudança em sua prática, na universidade e na sociedade.

Enfim, esse artigo tem como propósito não apenas mostrar a viabilidade da tecnologia 3D no ensino de anatomia, mas, estimular aos demais pesquisadores da área da saúde e a toda comunidade científica que desenvolve pesquisas sobre essa tecnologia, que continuem a buscar novas ideias, ferramentas tecnológicas atreladas a metodologias visando uma melhor qualificação do ensino e da aprendizagem dos conteúdos abordados na formação inicial dos graduandos e continuada dos profissionais que já estão inseridos no mercado de trabalho.

Referências

- Aziz, M. A., Mckenzie, J. C., Wilson, J. S., Cowie, R. J., Ayeni, S. A., & Dunn, B. K. (2001) The human cadaver in the age of biomedical informatics. *The Anatomical Record: An Official Publication of the American Association of Anatomists*, 269(1), 20-32..
- Baskaran, V., Štrkalj, G., Štrkalj, M., & Di Ieva, A. (2016). Current Applications and Future Perspectives of the Use of 3D Printing in Anatomical Training and Neurosurgery. *Frontiers in neuroanatomy*, 10, 69. <https://doi.org/10.3389/fnana.2016.00069>.
- Bello F., & Brenton H. Current and future simulation and learning technologies. In: *Surgical Education*. Springer, Dordrecht, 2011. 123-149.
- Cramer, J., Quigley, E., Hutchins, T., & Shah, L. (2017). Educational Material for 3D Visualization of Spine Procedures: Methods for Creation and Dissemination. *Journal of digital imaging*, 30(3), 296–300. <https://doi.org/10.1007/s10278-017-9950-0>
- Cui, D., Wilson, T. D., Rockhold, R. W., Lehman, M. N., & Lynch, J. C. (2017). Evaluation of the effectiveness of 3D vascular stereoscopic models in anatomy instruction for first year medical students. *Anatomical Sciences Education*, 10(1), 34–45. <https://doi.org/10.1002/ase.1626>
- Dinsmore, C. E., Daugherty S., & Zeitz, H. J. (1999) Teaching and learning gross anatomy: dissection, prosection, or “both of the above?”. *Clinical Anatomy*, 12(2), 110-114.

Esses, S. J., Berman, P., Bloom, A. I., & Sosna, J. (2011). Clinical applications of physical 3D models derived from MDCT data and created by rapid prototyping. *AJR. American journal of roentgenology*, 196(6), W683–W688. <https://doi.org/10.2214/AJR.10.5681>.

Fredieu, J. R., Kerbo, J., Herron, M., Klatte, R., & Cooke, M. Modelos anatômicos: uma revolução digital. *Med.Sci.Educ.* 25, 183–194 (2015). <https://doi.org/10.1007/s40670-015-0115-9>.

Fruhstorfer, B. H., Palmer, J., Brydges, S., & Abrahams, P. H. (2011). The use of plastinated dissections for teaching anatomy--the view of medical students on the value of this learning resource. *Clinical anatomy (New York, N.Y.)*, 24(2), 246–252. <https://doi.org/10.1002/ca.21107>.

Garas, M., Vaccarezza, M., Newland, G., McVay-Doornbusch, K., & Hasani, J. (2018). 3D-Printed specimens as a valuable tool in anatomy education: A pilot study. *Annals of anatomy = Anatomischer Anzeiger : official organ of the Anatomische Gesellschaft*, 219, 57–64. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2018.05.006>

Ghosh, S. K. (2017). Cadaveric dissection as an educational tool for anatomical sciences in the 21st century. *Anatomical Sciences Education*, 10(3), 286–299. <https://doi.org/10.1002/ase.1649>.

Habbal O. (2009). The State of Human Anatomy Teaching in the Medical Schools of Gulf Cooperation Council Countries: Present and future perspectives. *Sultan Qaboos University medical journal*, 9(1), 24–31.

Von Hagens, G. (1979). Impregnation of soft biological specimens with thermosetting resins and elastomers. *The Anatomical record*, 194(2), 247–255. <https://doi.org/10.1002/ar.1091940206>

Khayruddeen, L., Livingstone D., & Ferguson E. Creating a 3D Learning Tool for the Growth and Development of the Craniofacial Skeleton. In: *Biomedical Visualisation*. Springer, Cham, 2019. p. 57-70.

Langridge, B., Momin, S., Coumbe, B., Woin, E., Griffin, M., & Butler, P. (2018). Systematic Review of the Use of 3-Dimensional Printing in Surgical Teaching and Assessment. *Journal of surgical education*, 75(1), 209–221. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2017.06.033>.

Lee, J. M., Zhang, M., & Yeong W. Y. (2016) Characterization and evaluation of 3D printed microfluidic chip for cell processing. *Microfluidics and Nanofluidics*, 20(1), 5.

Lim, K. H., Loo, Z. Y., Goldie, S. J., Adams, J. W., & McMenamin, P. G. (2016). Use of 3D printed models in medical education: A randomized control trial comparing 3D prints versus cadaveric materials for learning external cardiac anatomy. *Anatomical Sciences Education*, 9(3), 213–221. <https://doi.org/10.1002/ase.1573>.

Lozano, M., Haro, F. B., Diaz, C. M., Manzoor, S., Ugidos, G. F., & Mendez, J. (2017). 3D Digitization and Prototyping of the Skull for Practical Use in the Teaching of Human Anatomy. *Journal of medical systems*, 41(5), 83. <https://doi.org/10.1007/s10916-017-0728-1>.

Mandressi, R. Dissecções e anatomia. *História do corpo*. (2a ed.), Petrópolis: Vozes, 664p. 2008.

Marro, A., Bandukwala, T., & Mak, W. (2016). Three-Dimensional Printing and Medical Imaging: A Review of the Methods and Applications. *Current problems in diagnostic radiology*, 45(1), 2–9. <https://doi.org/10.1067/j.cpradiol.2015.07.009>.

Mashiko, T., Otani, K., Kawano, R., Konno, T., Kaneko, N., Ito, Y., & Watanabe, E. (2015). Development of three-dimensional hollow elastic model for cerebral aneurysm clipping simulation enabling rapid and low cost prototyping. *World neurosurgery*, 83(3), 351–361. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2013.10.032>.

McLachlan, J. C., Bligh, J., Bradley, P., & Searle, J. (2004). Teaching anatomy without cadavers. *Medical education*, 38(4), 418–424. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2923.2004.01795>.

McMenamin, P. G., Quayle, M. R., McHenry, C. R., & Adams, J. W. (2014). The production of anatomical teaching resources using three-dimensional (3D) printing technology. *Anatomical sciences education*, 7(6), 479–486. <https://doi.org/10.1002/ase.1475>

Michalski, M. H., & Ross, J. S. (2014). The shape of things to come: 3D printing in medicine. *JAMA*, 312(21), 2213–2214. <https://doi.org/10.1001/jama.2014.9542>.

Mitrousias, V., Varitimidis, S. E., Hantes, M. E., Malizos, K. N., Arvanitis, D. L., & Zibis, A. H. (2018). Anatomy learning from prosected cadaveric specimens versus three-dimensional software: A comparative study of upper limb anatomy. *Annals of anatomy = Anatomischer Anzeiger: official organ of the Anatomische Gesellschaft*, 218, 156–164. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2018.02.015>.

Murgitroyd, E., Madurska, M., Gonzalez, J., & Watson, A. (2015). 3D digital anatomy modelling - Practical or pretty? *The surgeon: journal of the Royal Colleges of Surgeons of Edinburgh and Ireland*, 13(3), 177–180. <https://doi.org/10.1016/j.surge.2014.10.007>.

Older, J. (2004). Anatomy: a must for teaching the next generation. *The surgeon: journal of the Royal Colleges of Surgeons of Edinburgh and Ireland*, 2(2), 79–90. [https://doi.org/10.1016/s1479-666x\(04\)80050-7](https://doi.org/10.1016/s1479-666x(04)80050-7).

Onisaki, H. H. C., & De Bastos, V. R. M. (2019) Impressão 3D e o desenvolvimento de produtos educacionais. *Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)*, 5(10).

Paiva, M. R. F., Parente, J. R. F., Brandão, I. R., & Queiroz, A. H. B. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. *SANARE-Revista de Políticas Públicas*, 15(2).

Pawlina, W., & Drake, R. L. (2015). New (or not-so-new) tricks for old dogs: ultrasound imaging in anatomy laboratories. *Anatomical Sciences Education*, 8(3), 195–196. <https://doi.org/10.1002/ase.1533>.

Preece, D., Williams, S. B., Lam, R., & Weller, R. (2013). "Let's get physical": advantages of a physical model over 3D computer models and textbooks in learning imaging anatomy. *Anatomical Sciences Education*, 6(4), 216–224. <https://doi.org/10.1002/ase.1345>.

Pujol, S., Baldwin, M., Nassiri, J., Kikinis, R., & Shaffer, K. (2016). Using 3D Modeling Techniques to Enhance Teaching of Difficult Anatomical Concepts. *Academic radiology*, 23(4), 507–516. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2015.12.012>.

Rengier, F., Mehndiratta, A., von Tengg-Kobligk, H., Zechmann, C. M., Unterhinninghofen, R., Kauczor, H. U., & Giesel, F. L. (2010). 3D printing based on imaging data: review of medical applications. *International journal of computer assisted radiology and surgery*, 5(4), 335–341. <https://doi.org/10.1007/s11548-010-0476-x>.

Rother, E. T. (2007) Revisão sistemática X revisão narrativa. *Acta paulista de enfermagem*, 20(2), v-vi.

Royer, D. F. (2016). The role of ultrasound in graduate anatomy education: Current state of integration in the United States and faculty perceptions. *Anatomical sciences education*, 9(5), 453–467. <https://doi.org/10.1002/ase.1598>.

Sander, I. M., McGoldrick, M. T., Helms, M. N., Betts, A., van Avermaete, A., Owers, E., Doney, E., Liepert, T., Niebur, G., Liepert, D., & Leevy, W. M. (2017). Three-dimensional printing of X-ray computed tomography datasets with multiple materials using open-source data processing. *Anatomical sciences education*, 10(4), 383–391. <https://doi.org/10.1002/ase.1682>.

Sing, S. L., An, J., Yeong, W. Y., & Wiria, F. E. (2016). Laser and electron-beam powder-bed additive manufacturing of metallic implants: A review on processes, materials and designs. *Journal of orthopaedic research: official publication of the Orthopaedic Research Society*, 34(3), 369–385. <https://doi.org/10.1002/jor.23075>.

Sugand, K., Abrahams, P., & Khurana, A. (2010). The anatomy of anatomy: a review for its modernization. *Anatomical sciences education*, 3(2), 83–93. <https://doi.org/10.1002/ase.139>

Tan, H. K. J., Yap, Z. K. P., Yeong, W. Y., Srenivasulu, R. M., Dinesh, K. S. & Ferenczi, M. 3D printing of anatomy bio-models for medical education. 2016.

Turney B. W. (2007). Anatomy in a modern medical curriculum. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 89(2), 104–107. <https://doi.org/10.1308/003588407X168244>.

Vaccarezza, M., & Papa, V. (2015). 3D printing: a valuable resource in human anatomy education. *Anatomical science international*, 90(1), 64–65. <https://doi.org/10.1007/s12565-014-0257-7>.

Ventola C. L. (2014). Medical Applications for 3D Printing: Current and Projected Uses. *P & T: a peer-reviewed journal for formulary management*, 39(10), 704–711.

Willan, P. L., & Humpherson, J. R. (1999). Concepts of variation and normality in morphology: important issues at risk of neglect in modern undergraduate medical courses. *Clinical anatomy (New York, N.Y.)*, 12(3), 186–190. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2353\(1999\)12:3<186::AID-CA7>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2353(1999)12:3<186::AID-CA7>3.0.CO;2-6).

Young, J. C., Quayle, M. R., Adams, J. W., Bertram, J. F., & McMenam, P. G. (2019). Three-Dimensional Printing of Archived Human Fetal Material for Teaching Purposes. *Anatomical sciences education*, 12(1), 90–96. <https://doi.org/10.1002/ase.1805>.

Zilverschoon, M., Vincken, K. L., & Bleys, R. L. (2017). The virtual dissecting room: Creating highly detailed anatomy models for educational purposes. *Journal of biomedical informatics*, 65, 58–75. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2016.11.005>.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Josaphat Soares Neto – 20%

Maria Lucianny Lima Barbosa – 20%

Heliene Linhares Matos – 20%

Antônio Roberto Xavier – 10%

Gilberto Santos Cerqueira – 15%

Emmanuel Prata de Souza – 15%