



ISSN 2674-8169



Qualis B3
CAPES 2021-2024

Latindex



DOI

Google
Acadêmico

Utilização de tecnologias tridimensionais para o ensino da Anatomia Humana na formação médica: uma revisão integrativa

João Victor Araujo Marques Nascimento¹, Elias Pereira Caixeta ¹, Ricardo Tannuri Chuffi Salvadeu¹, Jodonai Barbosa da Silva², Igor Bernardes Rodrigues³, Gerson Flavio Mendes de Lima⁴, Alexandre Cardoso⁴, Walison Justiniano Pinto⁵, Rosângela Martins Araujo¹, Karina do Valle Marques¹



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2026v8n8p180-197>

Artigo recebido em 6 de Julho e publicado em 6 de Agosto de 2026

ARTIGO ORIGINAL

RESUMO

Introdução: As tecnologias tridimensionais têm ampliado as possibilidades de ensino da Anatomia Humana, permitindo maior interação e exploração espacial das estruturas anatômicas. Entretanto, as evidências quanto à sua superioridade em relação aos métodos tradicionais permanecem heterogêneas. **Objetivo:** Analisar as evidências disponíveis acerca da utilização de tecnologias tridimensionais no ensino da Anatomia Humana na formação médica e seus efeitos sobre o processo de ensino-aprendizagem. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão integrativa da literatura realizada nas bases PubMed/MEDLINE, SciELO, LILACS/BVS e Portal de Periódicos CAPES. Foram considerados estudos primários publicados entre 2014 e 2024, nos idiomas português ou inglês, relacionados à utilização de tecnologias tridimensionais no ensino da Anatomia Humana na formação médica. Dos 48 registros inicialmente identificados, oito estudos atenderam aos critérios de elegibilidade e compuseram a síntese final. **Resultados:** Os estudos incluíram modelos impressos em 3D, aplicações digitais tridimensionais, realidade aumentada e realidade virtual. Os resultados foram heterogêneos quanto ao desempenho acadêmico, com benefícios em determinados conteúdos e desfechos, mas sem superioridade consistente das tecnologias tridimensionais sobre os métodos convencionais. Em contrapartida, observou-se tendência de percepção favorável dos estudantes, particularmente quanto à interatividade, visualização espacial, satisfação e usabilidade. **Conclusão:** As tecnologias tridimensionais apresentam potencial para complementar o ensino da Anatomia Humana na formação médica, especialmente na exploração das relações espaciais e na experiência dos estudantes. Entretanto, sua utilização deve ser orientada pelos objetivos de aprendizagem, pelo conteúdo anatômico e pelas características dos estudantes, preferencialmente de forma integrada aos métodos tradicionais.

Palavras-chave: Anatomia Humana, Educação Médica, Tecnologia Educacional, Modelos

Tridimensionais, Realidade Virtual, Realidade Aumentada.

Use of Three-Dimensional Technologies in Human Anatomy Education in Medical Training: An Integrative Review

ABSTRACT

Introduction: Three-dimensional technologies have expanded the possibilities for teaching Human Anatomy by enabling greater interaction with and spatial exploration of anatomical structures. However, evidence regarding their superiority over traditional teaching methods remains heterogeneous. **Objective:** To analyze the available evidence on the use of three-dimensional technologies in Human Anatomy education in medical training and their effects on the teaching-learning process. **Methodology:** This integrative literature review was conducted using PubMed/MEDLINE, SciELO, LILACS/BVS, and the CAPES Journal Portal. Primary studies published between 2014 and 2024, in Portuguese or English, addressing the use of three-dimensional technologies in Human Anatomy education within medical training were considered eligible. Of the 48 records initially identified, eight studies met the eligibility criteria and were included in the final synthesis. **Results:** The included studies investigated 3D-printed models, three-dimensional digital applications, augmented reality, and virtual reality. Findings regarding academic performance were heterogeneous, with benefits observed for specific anatomical contents and outcomes, but without consistent evidence of superiority of three-dimensional technologies over conventional methods. In contrast, students generally reported favorable perceptions, particularly regarding interactivity, spatial visualization, satisfaction, and usability. **Conclusion:** Three-dimensional technologies have the potential to complement Human Anatomy education in medical training, particularly by supporting spatial exploration and enhancing students' learning experiences. However, their use should be guided by learning objectives, anatomical content, and student characteristics, preferably through integration with traditional teaching methods.

Keywords: Human Anatomy; Medical Education; Educational Technology; Three-Dimensional Models; Virtual Reality; Augmented Reality.

Instituição afiliada –

- 1 - Curso de Medicina da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia – FAMED/UFU
- 2 - Departamento de Morfologia Universidade Federal da Paraíba – DMORF-UFPB
- 3 – Departamento de Morfologia Universidade Federal de Uberlândia - UFU
- 4 – Instituto Biohealth – Uberlândia -MG
- 5 - Grupo de Pesquisas em Realidade Virtual e Aumentada – Universidade Federal de Uberlândia

Autor correspondente: Karina do Valle Marques – E-mail: karina@ufu.br

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



INTRODUÇÃO

A Anatomia Humana constitui um componente fundamental da formação médica, fornecendo conhecimentos essenciais para a compreensão da organização estrutural do corpo humano e das relações espaciais entre seus componentes. O conhecimento anatômico fundamenta competências necessárias à prática clínica, incluindo a realização do exame físico, a interpretação de exames de imagem e a execução de procedimentos diagnósticos, terapêuticos e cirúrgicos. Historicamente, seu ensino tem sido fundamentado na associação entre aulas teóricas e práticas, atlas anatômicos, modelos físicos, peças cadavéricas e dissecação, sendo o cadáver um importante recurso para a compreensão das relações topográficas e espaciais e da variabilidade anatômica humana (SOARES NETO et al., 2020; SOUZA, 2024).

Entretanto, limitações relacionadas à disponibilidade de cadáveres, à infraestrutura dos laboratórios, aos custos de manutenção e a aspectos éticos, culturais e legais têm contribuído para a busca de estratégias complementares para o ensino anatômico. Paralelamente, o desenvolvimento de tecnologias aplicadas à educação médica ampliou as possibilidades de representação e exploração do corpo humano, possibilitando a incorporação de diferentes recursos digitais ao processo de ensino-aprendizagem (SOARES NETO et al., 2020; LEITÃO et al., 2023).

Entre esses recursos destacam-se modelos anatômicos digitais tridimensionais, plataformas interativas, impressão 3D, realidade virtual e realidade aumentada. Essas tecnologias possibilitam diferentes formas de interação com as estruturas anatômicas, permitindo, de acordo com o recurso empregado, rotação, ampliação, isolamento e observação dos modelos sob diferentes perspectivas. Tais características podem contribuir para a construção da representação mental tridimensional do corpo humano e para a compreensão das relações espaciais entre suas estruturas (HACKETT; PROCTOR, 2016; LEITÃO et al., 2023).

Evidências quantitativas também apontam benefícios potenciais dessas ferramentas. Em meta-análise envolvendo 36 estudos e 2.226 participantes, Yammine e Violato (2015) verificaram que as tecnologias de visualização tridimensional estiveram associadas a melhores resultados na aquisição de conhecimento anatômico factual e espacial quando comparadas a outros métodos de ensino. O efeito observado foi mais

expressivo para o conhecimento espacial, e os autores também identificaram maior satisfação dos estudantes e percepção favorável quanto à efetividade das ferramentas tridimensionais (YAMMINE; VIOLATO, 2015).

Apesar desses resultados, a superioridade das tecnologias tridimensionais sobre os métodos convencionais não é observada de maneira uniforme. Triepels et al. (2020), ao analisarem estudos que compararam visualizações anatômicas tridimensionais com estratégias tradicionais de ensino, identificaram resultados heterogêneos. Dos 21 estudos incluídos, 12 demonstraram vantagem significativa das visualizações tridimensionais, enquanto nove não identificaram superioridade significativa. Os autores também observaram tendência de maior preferência e motivação dos estudantes em relação aos recursos 3D (TRIEPELS et al., 2020).

Essa heterogeneidade pode estar relacionada ao tipo de tecnologia, ao conteúdo anatômico estudado e às características dos próprios estudantes. Chen et al. (2017), por exemplo, encontraram resultados favoráveis à utilização de um modelo de crânio impresso em 3D em determinados componentes da avaliação. Bogomolova et al. (2020), por outro lado, não identificaram superioridade global da realidade aumentada estereoscópica, mas demonstraram que as habilidades visuoespaciais dos participantes poderiam modificar os efeitos da tecnologia sobre a aprendizagem. Esses achados sugerem que a efetividade dos recursos tridimensionais não depende exclusivamente da tecnologia empregada, mas também de sua adequação ao conteúdo e às características dos estudantes.

A realidade virtual constitui outra estratégia que vem sendo incorporada ao ensino anatômico. Chen et al. (2020), ao compararem realidade virtual, material cadavérico e atlas bidimensional no estudo do crânio, não observaram diferença significativa entre os grupos quanto ao desempenho após a intervenção. Entretanto, a realidade virtual e o material cadavérico receberam avaliações mais favoráveis dos estudantes do que o atlas bidimensional. Esses resultados evidenciam que maior satisfação e aceitação de determinada tecnologia não significam necessariamente maior efetividade objetiva na aprendizagem.

Além disso, as tecnologias digitais tridimensionais não precisam ser compreendidas como substitutas do ensino tradicional ou da utilização de material

cadavérico. A integração entre diferentes estratégias pode permitir que as vantagens específicas de cada recurso sejam exploradas no processo educacional. Izhakoff et al. (2022), ao associarem uma plataforma virtual de Anatomia 3D às dissecções cadavéricas no ensino da anatomia cardíaca, observaram percepção favorável dos estudantes quanto à utilidade dessa combinação para a compreensão anatômica. Dessa forma, os recursos digitais podem ampliar as possibilidades de visualização, interação e repetição do estudo, enquanto o material cadavérico proporciona contato com estruturas humanas reais, suas relações topográficas e variações anatômicas.

Diante da diversidade de tecnologias disponíveis e da heterogeneidade dos resultados encontrados na literatura, permanece relevante compreender em quais contextos os recursos tridimensionais podem contribuir efetivamente para o ensino da Anatomia Humana. A avaliação dessas tecnologias deve considerar não apenas a inovação ou a percepção dos estudantes, mas também seus efeitos sobre a aprendizagem, o desempenho acadêmico e a compreensão espacial, bem como sua relação com os métodos tradicionais de ensino. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar as evidências disponíveis na literatura acerca da utilização de tecnologias tridimensionais para o ensino da Anatomia Humana na formação médica, considerando seus efeitos sobre a aprendizagem, o desempenho acadêmico, a compreensão espacial e a percepção dos estudantes, bem como suas potencialidades e limitações em relação aos métodos tradicionais de ensino.

METODOLOGIA

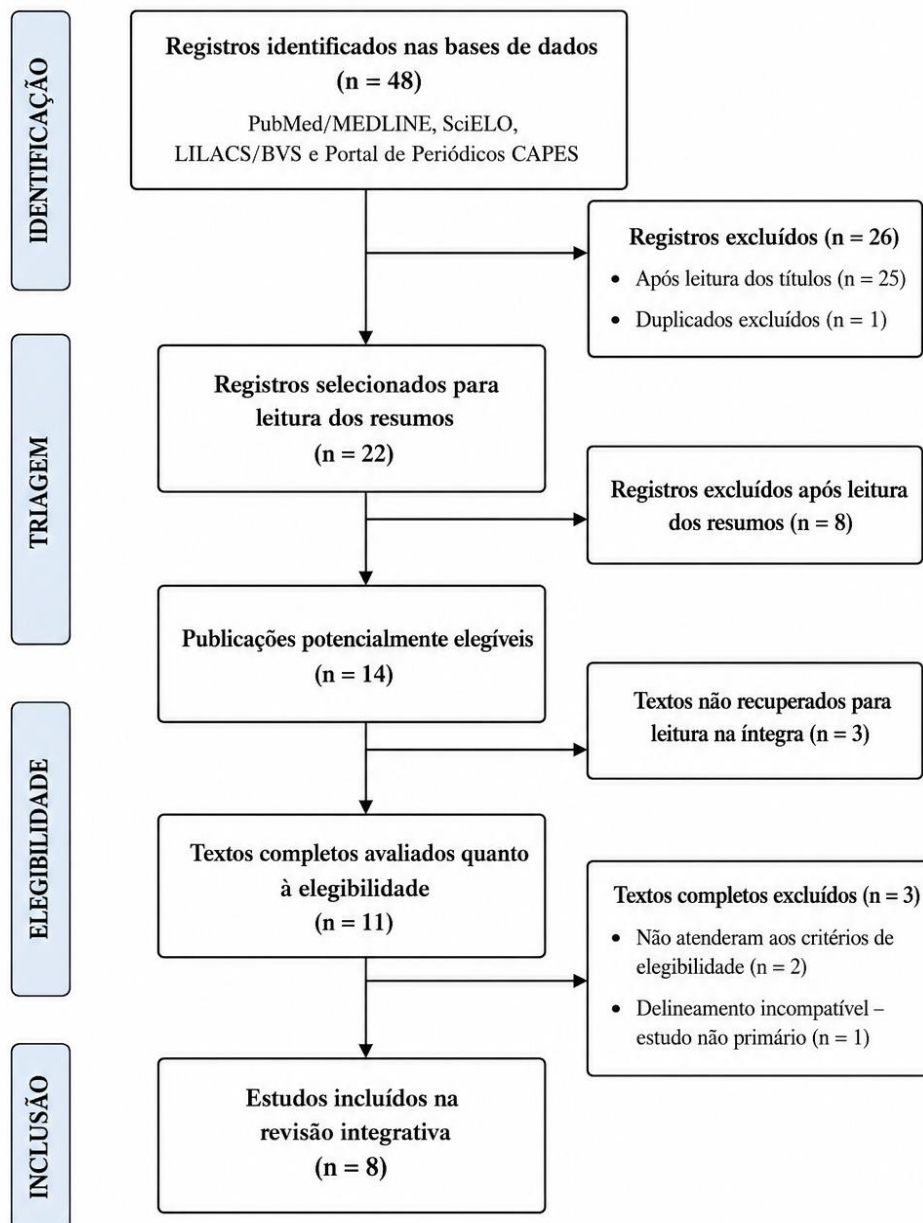
Trata-se de uma revisão integrativa da literatura sobre a utilização de tecnologias tridimensionais no ensino da Anatomia Humana na formação médica. A revisão foi estruturada em etapas que compreenderam a definição da questão norteadora, o estabelecimento dos critérios de elegibilidade, a busca na literatura, a seleção dos estudos, a extração e organização das informações e a análise dos dados.

A questão norteadora estabelecida foi: **“Quais são as evidências disponíveis sobre a utilização de tecnologias tridimensionais no ensino da Anatomia Humana na formação médica e seus efeitos sobre o processo de ensino-aprendizagem?”**

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados eletrônicas

PubMed/MEDLINE, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS/BVS) e Portal de Periódicos CAPES, no período de setembro de 2025 a julho de 2026. Utilizamos os seguintes termos de busca: “Human Anatomy”, “3D Atlas”, “Three-dimensional”, “Anatomia Humana” e “Atlas 3D”, combinados de acordo com as estratégias estabelecidas para cada base de dados. As etapas metodológicas da busca bibliográfica estão apresentadas na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma de identificação, seleção e inclusão dos estudos da revisão integrativa da literatura.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Foram considerados elegíveis estudos primários publicados entre 2014 e 2024, nos idiomas português ou inglês, que abordassem a utilização de tecnologias tridimensionais relacionadas ao ensino da Anatomia Humana no contexto da formação médica. Foram incluídos estudos que investigaram tecnologias 3D aplicadas ao processo de ensino-aprendizagem, incluindo modelos anatômicos digitais, plataformas 3D interativas, realidade virtual, realidade aumentada e modelos anatômicos produzidos por impressão 3D, desde que apresentassem resultados relacionados à aprendizagem, ao desempenho acadêmico, à compreensão espacial ou à percepção dos estudantes.

Foram excluídos artigos duplicados; publicações que não abordassem o ensino da Anatomia Humana; estudos secundários, revisões, ensaios e outras publicações que não apresentassem dados primários; trabalhos direcionados exclusivamente à aplicação clínica ou cirúrgica das tecnologias 3D, sem finalidade educacional; estudos realizados exclusivamente com populações não relacionadas à formação médica; e publicações que não apresentassem informações suficientes para responder à questão norteadora.

A busca identificou inicialmente 48 registros. Após a leitura dos títulos, 25 registros foram excluídos e um foi removido por duplicidade, permanecendo 22 estudos para avaliação dos resumos. Após essa etapa, oito registros foram excluídos, resultando em 14 publicações potencialmente elegíveis. Três publicações não foram recuperadas para leitura na íntegra, e 11 textos completos foram avaliados quanto aos critérios de elegibilidade. Destes, três foram excluídos, sendo dois por não atenderem aos critérios estabelecidos e um por apresentar delineamento incompatível com a inclusão de estudos primários. Ao final, oito estudos foram incluídos na síntese da revisão integrativa.

Para os estudos selecionados, foram extraídas informações referentes a autoria e ano de publicação, delineamento e características da amostra, tecnologia tridimensional empregada, método comparador, conteúdo anatômico abordado, desfechos avaliados e principais resultados. Os dados foram organizados de forma descritiva e comparativa, buscando identificar convergências e divergências quanto aos efeitos das tecnologias tridimensionais sobre o processo de ensino-aprendizagem da Anatomia Humana.

RESULTADOS e DISCUSSÃO

A busca bibliográfica identificou 48 registros, dos quais oito estudos atenderam aos critérios de elegibilidade e compuseram a síntese final desta revisão integrativa, conforme apresentado na Figura 1. Os estudos incluídos foram publicados entre 2017 e 2024 e apresentaram heterogeneidade quanto ao delineamento, às tecnologias tridimensionais utilizadas, aos conteúdos anatômicos abordados e aos desfechos avaliados. As estratégias educacionais investigadas compreenderam PDF 3D interativo, aplicações e modelos anatômicos digitais tridimensionais, realidade aumentada, realidade virtual imersiva e modelos anatômicos produzidos por impressão 3D.

As populações investigadas foram constituídas predominantemente por estudantes de Medicina, em diferentes períodos da formação acadêmica. Os conteúdos anatômicos incluíram crânio, órbita, mão e pé, membro inferior, fígado, genitália masculina e neuroanatomia. Os principais desfechos analisados foram desempenho em testes de conhecimento anatômico, reconhecimento de estruturas, retenção da aprendizagem, tempo para realização das atividades, compreensão espacial, usabilidade, satisfação e percepção dos estudantes.

Em relação ao desempenho acadêmico, os resultados foram heterogêneos. Alguns estudos identificaram vantagens associadas às tecnologias tridimensionais em determinados desfechos ou conteúdos anatômicos, enquanto outros não demonstraram diferenças significativas em comparação aos métodos convencionais. Também foram observados resultados relacionados às características individuais dos estudantes, particularmente às habilidades visuoespaciais.

Nos estudos que avaliaram a percepção e a experiência dos participantes, verificou-se tendência de avaliação favorável das tecnologias tridimensionais, com relatos positivos relacionados à interatividade, visualização espacial, interesse, satisfação e usabilidade. Entretanto, a maior aceitação das tecnologias não esteve necessariamente acompanhada de superioridade no desempenho objetivo de aprendizagem.

As características metodológicas, tecnologias empregadas, comparadores, conteúdos anatômicos, desfechos e principais resultados dos oito estudos incluídos estão sintetizados na Tabela 1.

Os achados desta revisão integrativa demonstram que as tecnologias tridimensionais apresentam potencial relevante para o ensino da Anatomia Humana na formação médica, embora sua superioridade em relação aos métodos tradicionais não tenha sido observada de maneira consistente. Entre os oito estudos primários incluídos, foram identificados resultados favoráveis em determinados desfechos, enquanto outros estudos demonstraram desempenho semelhante entre os recursos tridimensionais e as estratégias convencionais. Em contrapartida, a percepção dos estudantes em relação às tecnologias 3D foi predominantemente favorável, especialmente quanto à interatividade, visualização espacial, satisfação e usabilidade. Esses resultados reforçam a necessidade de distinguir a aceitação de uma tecnologia de sua efetividade objetiva sobre a aprendizagem.

Os resultados encontrados são compatíveis com evidências anteriores. Yammine e Violato (2015), em meta-análise envolvendo 36 estudos e 2.226 participantes, identificaram efeito favorável das tecnologias de visualização tridimensional sobre a aquisição de conhecimento anatômico, particularmente sobre o conhecimento espacial, além de maior satisfação dos estudantes. Hackett e Proctor (2016), ao revisarem tecnologias de visualização tridimensional aplicadas à educação anatômica, também identificaram resultados predominantemente favoráveis ao emprego desses recursos. Entretanto, a literatura não demonstra benefício uniforme, o que é coerente com a heterogeneidade observada na presente revisão.

Essa ausência de superioridade consistente também foi evidenciada por Triepels et al. (2020). Entre os 21 estudos analisados pelos autores, 12 demonstraram vantagem significativa das visualizações tridimensionais, enquanto nove não identificaram superioridade significativa em relação aos métodos comparadores. Esses achados se aproximam dos resultados da presente revisão e sugerem que a efetividade das tecnologias 3D pode depender não apenas da utilização do recurso tridimensional, mas também da tecnologia empregada, do conteúdo anatômico, da estratégia pedagógica e do desfecho avaliado.

Entre os estudos incluídos nesta revisão que demonstraram vantagens objetivas, Chen et al. (2017) observaram melhor desempenho global dos estudantes que utilizaram modelos de crânio impressos em 3D, particularmente no componente

prático, embora não tenha sido identificada diferença significativa no conhecimento teórico isoladamente. Zilverschoon et al. (2022), por sua vez, verificaram maior desempenho e menor tempo para realização das atividades com uma aplicação anatômica tridimensional em comparação aos atlas anatômicos. Esses resultados sugerem que a possibilidade de manipular e observar estruturas sob diferentes perspectivas pode apresentar vantagens particularmente em tarefas que exigem reconhecimento e compreensão das relações espaciais.

Entretanto, o benefício das tecnologias tridimensionais parece variar conforme o conteúdo anatômico estudado. Eroğlu et al. (2023) identificaram resultados distintos para os conteúdos avaliados, com vantagem do PDF 3D em determinadas análises relacionadas à genitália masculina, mas sem superioridade consistente para a anatomia hepática. Dessa forma, não parece adequado considerar o recurso tridimensional como uma estratégia universalmente superior, uma vez que determinadas estruturas ou regiões anatômicas podem se beneficiar mais de sua utilização do que outras.

As características individuais dos estudantes também devem ser consideradas. Bogomolova et al. (2020) não observaram superioridade global da realidade aumentada estereoscópica, mas demonstraram que as habilidades visuoespaciais modificaram alguns dos resultados obtidos. Em determinadas comparações, estudantes com menor capacidade de rotação mental apresentaram maior benefício com a realidade aumentada. Esse achado é particularmente relevante quando confrontado com a meta-análise de Yammine e Violato (2015), na qual os maiores efeitos das tecnologias tridimensionais foram identificados justamente sobre o conhecimento espacial. Assim, uma possível contribuição desses recursos pode estar na facilitação da construção mental das relações tridimensionais, sobretudo para estudantes que apresentam maior dificuldade nesse processo.

Outro achado importante foi a dissociação entre percepção positiva e desempenho acadêmico objetivo. Cercenelli et al. (2022) não observaram diferença significativa no desempenho teórico ou prático entre a realidade aumentada e o método comparador, embora os estudantes tenham apresentado elevada aceitação da tecnologia. De maneira semelhante, Bork et al. (2021) verificaram melhora do conhecimento nos grupos avaliados, sem superioridade significativa da realidade

aumentada, apesar da percepção favorável quanto à usabilidade, interação e compreensão tridimensional.

Essa dissociação também foi observada por Chen et al. (2020). A realidade virtual, o material cadavérico e o atlas bidimensional produziram resultados semelhantes no desempenho após a intervenção, enquanto a realidade virtual e o material cadavérico receberam avaliações mais favoráveis dos estudantes. Esses resultados indicam que satisfação, motivação e percepção de utilidade constituem dimensões relevantes da experiência educacional, mas não devem ser utilizadas isoladamente como indicadores de maior aprendizagem. Essa interpretação também encontra respaldo em Leitão et al. (2023), que destacaram a frequência com que estudos sobre tecnologias digitais no ensino anatômico avaliam percepções de estudantes e professores, ressaltando a necessidade de ampliar investigações quantitativas sobre sua efetividade.

A realidade virtual representa uma das possibilidades mais recentes de aplicação das tecnologias tridimensionais no ensino anatômico. Trandzhiev et al. (2024) utilizaram modelos neuroanatômicos tridimensionais fotorrealistas derivados de dissecções cadavéricas por fotogrametria em ambiente de realidade virtual e observaram elevada aceitação da experiência pelos estudantes. Entretanto, o estudo não apresentou grupo comparador e concentrou-se predominantemente na viabilidade, usabilidade e percepção dos participantes. Assim, embora seus resultados demonstrem potencial educacional, não permitem estabelecer superioridade da realidade virtual em relação a outras estratégias de ensino.

Esse aspecto conduz a uma questão central: a relação entre tecnologias tridimensionais e ensino cadavérico não deve necessariamente ser compreendida sob uma perspectiva de substituição. O cadáver proporciona contato com estruturas humanas reais, suas relações topográficas e variações anatômicas, enquanto as tecnologias digitais oferecem possibilidades de rotação, ampliação, isolamento, repetição e exploração de regiões de difícil visualização. Soares Neto et al. (2020) e Souza (2024) destacam o potencial das tecnologias aplicadas ao ensino anatômico sem eliminar a relevância dos recursos tradicionalmente utilizados.

A integração entre recursos digitais e material cadavérico pode, portanto, constituir uma alternativa pedagogicamente relevante. Izhakoff et al. (2022), embora não tenham integrado a amostra final desta revisão, associaram uma plataforma virtual 3D às disseções cadavéricas no ensino da anatomia cardíaca e observaram percepção favorável dos estudantes quanto à utilidade dessa combinação. A experiência reforça a possibilidade de utilização multimodal dos recursos, na qual diferentes estratégias são empregadas de acordo com seus benefícios específicos.

Nesse sentido, os resultados da presente revisão não sustentam a substituição generalizada dos métodos tradicionais pelas tecnologias tridimensionais. Ao contrário, apontam para uma utilização complementar e orientada por objetivos pedagógicos. A escolha entre modelos digitais, impressão 3D, realidade aumentada, realidade virtual, atlas ou material cadavérico deve considerar o conteúdo anatômico, as competências a serem desenvolvidas, as características dos estudantes, a disponibilidade dos recursos e os objetivos de aprendizagem. Essa interpretação é consistente com a heterogeneidade descrita por Triepels et al. (2020) e com as evidências apresentadas por Yammine e Violato (2015) e Hackett e Proctor (2016).

Algumas limitações devem ser consideradas na interpretação dos achados. Os estudos incluídos apresentaram diferenças quanto ao tamanho das amostras, delineamentos, tecnologias utilizadas, conteúdos anatômicos, duração das intervenções e instrumentos empregados para avaliação. Alguns apresentaram amostras reduzidas ou caráter piloto, enquanto outros concentraram seus desfechos na percepção e satisfação dos participantes. Além disso, a avaliação da retenção do conhecimento em médio e longo prazo foi limitada. Essa heterogeneidade dificulta comparações diretas e impede estabelecer qual tecnologia tridimensional apresenta maior efetividade educacional.

A presente revisão também apresenta limitações decorrentes do número reduzido de estudos incluídos, da restrição aos idiomas português e inglês e do período de publicação estabelecido. Além disso, a diversidade metodológica dos estudos impossibilita uma comparação uniforme dos resultados. Apesar dessas limitações, a análise conjunta das evidências permite identificar um padrão relevante: as tecnologias tridimensionais apresentam potencial educacional, sobretudo para visualização e



compreensão espacial e para a experiência dos estudantes, mas sua superioridade sobre os métodos tradicionais depende do contexto em que são empregadas.

Dessa forma, mais do que estabelecer uma oposição entre tecnologias tridimensionais e métodos tradicionais, os achados apontam para a necessidade de investigar como, quando e para quais conteúdos esses recursos devem ser incorporados ao currículo médico. Estudos futuros com amostras maiores, delineamentos controlados, instrumentos padronizados e avaliações de retenção em longo prazo poderão contribuir para determinar quais estratégias tridimensionais produzem benefícios educacionais efetivos e quais combinações de recursos oferecem melhores resultados para o ensino da Anatomia Humana.

TABELA 1 - Características e principais resultados dos estudos incluídos na revisão integrativa

Autor/ano	Delineamento e amostra	Tecnologia 3D	Comparador	Conteúdo anatómico	Desfechos avaliados	Principais resultados
Chen et al. (2017)	Ensaio controlado randomizado; 79 estudantes de Medicina	Modelo de crânio impresso em 3D	Crânio cadavérico e atlas 2D	Crânio	Desempenho teórico, reconhecimento de estruturas e percepção	Maior desempenho global pós-intervenção e melhor resultado prático no grupo 3D; sem diferença significativa no teste teórico isolado.
Bogomolova et al. (2020)	Ensaio randomizado em dois centros; 58 participantes, predominantemente estudantes de Medicina	Realidade aumentada estereoscópica 3D	Modelo 3D monoscópico e atlas 2D	Membro inferior	Conhecimento anatómico, habilidade visuoespacial e percepção	A RA não foi superior no desempenho global. A habilidade visuoespacial modificou alguns resultados, com vantagem da RA em determinadas comparações.
Chen et al. (2020)	Métodos mistos; 73 estudantes de Medicina	Realidade virtual imersiva com modelo 3D	Crânio cadavérico e atlas 2D	Crânio	Conhecimento, identificação anatómica e percepção	Sem diferença significativa no desempenho entre os grupos. RV e cadáver apresentaram percepção mais favorável que o atlas 2D.
Bork et al. (2021)	Estudo piloto quantitativo e qualitativo; 16 estudantes do primeiro ano de Medicina	Realidade aumentada colaborativa (VesARilus)	Recursos convencionais	Anatomia macroscópica	Conhecimento, compreensão espacial, usabilidade e percepção	Houve melhora do conhecimento nos dois grupos, sem diferença significativa entre eles. A RA apresentou boa usabilidade e percepção favorável.
Cercenelli et al. (2022)	Estudo piloto randomizado; 62 estudantes do segundo ano de Medicina	Realidade aumentada (AEDucaAR) associada a crânio impresso em 3D	Atlas associado ao mesmo modelo 3D	Órbita	Desempenho teórico, identificação prática e percepção	Sem diferença significativa no desempenho entre os grupos, mas com elevada aceitação e percepção favorável da RA.
Zilver Schoon et al. (2022)	Estudo experimental randomizado; 76 estudantes de Medicina	Aplicação computadorizada de anatomia 3D	Atlas anatómicos	Mão e pé	Desempenho e tempo de realização	O recurso 3D apresentou desempenho significativamente superior e menor tempo para conclusão das atividades.
Eroğlu et al. (2023)	Ensaio controlado randomizado; 87 estudantes de Medicina	PDF 3D interativo	Atlas anatómico 2D	Fígado e genitália masculina	Desempenho e retenção	Os efeitos variaram conforme o conteúdo e o momento da avaliação; houve vantagem do 3D em determinadas análises da genitália masculina, sem superioridade consistente nos demais resultados.
Trandzhiev et al. (2024)	Estudo original sem grupo controle; 28 estudantes do segundo ano de Medicina	RV imersiva com modelos 3D fotorealistas derivados de dissecções cadavéricas	Sem comparador	Neuroanatomia	Viabilidade, usabilidade e percepção	Elevada aceitação, especialmente para visualização e exploração espacial. A disponibilidade dos dispositivos foi apontada como limitação.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias tridimensionais apresentam potencial para complementar o ensino da Anatomia Humana na formação médica, especialmente por favorecerem a visualização espacial, a interatividade e a experiência dos estudantes. Entretanto, os estudos analisados não demonstraram superioridade consistente desses recursos em relação aos métodos tradicionais. Assim, sua utilização deve ser orientada pelos objetivos de aprendizagem e pelo conteúdo anatômico, preferencialmente de forma integrada aos recursos tradicionais de ensino.

REFERÊNCIAS

BOGOMOLOVA, K. et al. The effect of stereoscopic augmented reality visualization on learning anatomy and the modifying effect of visual-spatial abilities: a double-center randomized controlled trial. *Anatomical Sciences Education*, v. 13, n. 5, p. 558-567, 2020. DOI: 10.1002/ase.1941.

BORK, F. et al. The effectiveness of collaborative augmented reality in gross anatomy teaching: a quantitative and qualitative pilot study. *Anatomical Sciences Education*, v. 14, n. 5, p. 590-604, 2021. DOI: 10.1002/ase.2016.

CERCENELLI, L. et al. AEducaAR, anatomical education in augmented reality: a pilot experience of an innovative educational tool combining AR technology and 3D printing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, n. 3, art. 1024, 2022. DOI: 10.3390/ijerph19031024.

CHEN, S. et al. The role of three-dimensional printed models of skull in anatomy education: a randomized controlled trial. *Scientific Reports*, v. 7, art. 575, 2017. DOI: 10.1038/s41598-017-00647-1.

CHEN, S. et al. Can virtual reality improve traditional anatomy education programmes? A mixed-methods study on the use of a 3D skull model. *BMC Medical Education*, v. 20, art. 395, 2020. DOI: 10.1186/s12909-020-02255-6.

EROĞLU, F. S. et al. Effectiveness of using 2D atlas and 3D PDF as a teaching tool in anatomy lectures in initial learners: a randomized controlled trial in a medical school. *BMC Medical Education*, v. 23, art. 962, 2023. DOI: 10.1186/s12909-023-04960-4.

HACKETT, M.; PROCTOR, M. Three-dimensional display technologies for anatomical education: a literature review. *Journal of Science Education and Technology*, v. 25, p. 641-654, 2016. DOI: 10.1007/s10956-016-9619-3.

IZHAKOFF, N.; ABRAM, J.; GOMEZ, F.; NAIR, R. Integration of virtual three-dimensional

(3D) anatomy platforms with cadaveric prosections in the teaching of cardiac anatomy. The FASEB Journal, v. 36, supl. 1, 2022. DOI: 10.1096/fasebj.2022.36.S1.R4288.

LEITÃO, A. M. F.; BARRETO, J. O. de C.; GIFFONI, E. de F.; SILVA JUNIOR, J. M. da; CERQUEIRA, G. S. Digital technological innovations in the teaching of human anatomy in health courses: an integrative review. Journal of Morphological Sciences, v. 40, n. 1, p. 121-130, 2023. DOI: 10.51929/jms.40.121.2023.

SOARES NETO, J.; BARBOSA, M. L. L.; MATOS, H. L.; XAVIER, A. R.; CERQUEIRA, G. S.; SOUZA, E. P. de. A study on 3D technology applied to teaching anatomy: an integrative review. Research, Society and Development, v. 9, n. 11, e7489119301, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i11.9301.

SOUZA, J. P. N. de. Tendências investigativas contemporâneas no ensino-aprendizagem de anatomia humana no Brasil. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 48, n. 2, e055, 2024. DOI: 10.1590/1981-5271v48.2-2023-0264.

TRANDZHIEV, M. et al. The evaluation of virtual reality neuroanatomical training utilizing photorealistic 3D models in limited body donation program settings. Cureus, v. 16, n. 3, e55377, 2024. DOI: 10.7759/cureus.55377.

TRIEPELS, C. P. R. et al. Does three-dimensional anatomy improve student understanding? Clinical Anatomy, v. 33, n. 1, p. 25-33, 2020. DOI: 10.1002/ca.23405.

YAMMINE, K.; VIOLATO, C. A meta-analysis of the educational effectiveness of three-dimensional visualization technologies in teaching anatomy. *Anatomical Sciences Education*, v. 8, n. 6, p. 525-538, 2015. DOI: 10.1002/ase.1510.

ZILVERSCHOON, M. et al. Support for using a three-dimensional anatomy application over anatomical atlases in a randomized comparison. *Anatomical Sciences Education*, v. 15, n. 1, p. 178-186, 2022. DOI: 10.1002/ase.2110.