

## Revisão integrativa de ferramentas inovadoras para ensino-aprendizagem em anatomia em curso de Medicina

*Integrative review of innovative tools for anatomy teaching-learning in medical school*

Bianca Miranda Campos<sup>1</sup> [biamcampos@hotmail.com](mailto:biamcampos@hotmail.com)

Camila Marques Pelizon<sup>2</sup> [camilapelizon@hotmail.com](mailto:camilapelizon@hotmail.com)

Jéssica Medeiros Cabral de Siqueira Santos<sup>1</sup> [jessicamcs2008@gmail.com](mailto:jessicamcs2008@gmail.com)

Janete Caprioli Carrocini<sup>1</sup> [janete@unoeste.br](mailto:janete@unoeste.br)

### RESUMO

**Introdução:** A educação médica está se adaptando às metodologias e técnicas de aprendizagem com o objetivo de facilitar e melhorar a compreensão dos discentes. Os modelos de metodologia ativa, que podem ser aplicados na forma de Problematização e Aprendizagem Baseada em Problemas, incentivam o pensamento crítico dos alunos, e o professor assume a função de mediador. Considerando os avanços tecnológicos e científicos, são necessárias atualizações nos recursos de ensino de anatomia, visando desenvolver uma aprendizagem mais flexível, criativa e interativa.

**Objetivo:** Este estudo teve como objetivo apresentar ferramentas inovadoras no ensino-aprendizagem em anatomia no curso de Medicina.

**Método:** Trata-se de revisão integrativa realizada por meio de levantamento bibliográfico, em que se adotaram as etapas metodológicas adequadas e se utilizaram as bases de dados PubMed, SciELO e Cochrane.

**Resultado:** Dos 23 artigos selecionados, seis abordaram o uso de modelos tridimensionais; sete trataram de imagens radiológicas; cinco referiram-se à dissecação; seis versaram sobre simuladores, jogos e ambientes computadorizados; e dois ocuparam-se de outras metodologias, sendo que alguns artigos abordam mais de uma metodologia. Os modelos tridimensionais destacam-se por não demandarem investimentos em conservação e procedimentos legais para sua obtenção, como ocorre com os cadáveres. Métodos de diagnóstico por imagem utilizados nas aulas ajudam a compreender a sua importância no diagnóstico e tratamento dos pacientes. Outras duas metodologias encontradas foram o Audience Response System (ARS) e Competency Based Medical Education (CBME). Por fim, a dissecação possui como desvantagem o estado de conservação e escassez das peças, mas é considerada o modo ativo de aprendizagem que contribui para os melhores resultados.

**Conclusão:** As metodologias ativas – das quais as mais prevalentes são os modelos tridimensionais, as imagens radiológicas, a dissecação e os ambientes computadorizados – podem ser vistas como uma alternativa para utilização no ensino da anatomia para o curso de Medicina e permitem que o aluno escolha a melhor técnica de aprendizagem.

**Palavras-chave:** Anatomia; Ensino; Educação Médica; Metodologias Ativas.

### ABSTRACT

**Introduction:** Medical education is adapting, in terms of methodologies and learning techniques, to facilitate and enhance student comprehension. Active learning methodology models, that can be applied as critical analysis and problem-based learning, encourage critical thinking among the students, and the teacher assumes a mediator role. Considering recent technological and scientific advances, the teaching resources use for clinical anatomy training need to be updated, with a view to developing a more flexible, creative and interactive learning experience.

**Objective:** To present innovative tools in the anatomy teaching-learning process at medical school.

**Methodology:** Integrative review performed through bibliographic search in the databases PubMed, Scielo and Cochrane, following appropriate methodological steps.

**Results:** Of the 23 selected articles, six addressed the use of three-dimensional models; seven were about radiology and imaging; five discussed dissection; six were directed at simulators, games and computerized environments; and two articles discussed other methodologies, even though some articles approach more than one methodology. Three-dimensional models are of particular interest since they are acquired free of investment in conservation or legal procedures, unlike cadavers. Image diagnoses methods used in class help students understand their importance in patient diagnosis and treatment. Two other methodologies found were the Audience Response System (ARS) and Competency Based Medical Education (CBME). Finally, dissection presents the disadvantage the state of conservation and scarcity of the pieces, but it is still considered an active learning method that contributes toward better results for students.

**Conclusion:** Active learning methodologies, especially the most prevalent ones, such as three-dimensional models, radiology and imaging, dissection and computerized environments, can be seen as an alternative for use in clinical anatomy training at university and allow the student to choose the best learning technique.

**Keywords:** Anatomy. Teaching. Medical education. Active methodologies.

<sup>1</sup>Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.

<sup>2</sup>Faculdade Evangélica Mackenzie do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

Editora-chefe: Rosiane Viana Zuza Diniz.

Editora associada: Margareth Rodrigues Salerno.

Recebido em 12/01/22; Aceito em 23/09/22.

Avaliado pelo processo de *double blind review*.

## INTRODUÇÃO

A educação médica tem passado por processos de mudanças no que tange às metodologias e técnicas de aprendizagem, com o objetivo de facilitar e melhorar a compreensão dos discentes do extenso conteúdo ministrado. Além disso, visa à formação de um profissional crítico-reflexivo com habilidade de transformar a realidade social de seu cotidiano, de modo a diminuir injustiças e desigualdades<sup>1</sup>.

O modelo tradicional de ensino é centrado na transmissão de conhecimento do professor ao aluno, sendo o docente o único responsável pela condução do ensino. Já nos novos modelos, como a metodologia ativa, surge o incentivo ao pensamento crítico dos alunos, e o professor assume a função de mediador ao conduzir os alunos a compreender a realidade e a fixação do conteúdo<sup>1</sup>.

No Brasil, o uso da metodologia ativa de ensino-aprendizagem (MAEA) é algo recente, a partir dos anos 2000, e essas novas tendências favorecem a construção de currículos que compreendam as necessidades de saúde do país e de um profissional generalista, humanista, crítico, reflexivo e ético<sup>2</sup>. A MAEA é constituída de duas formas de aplicabilidade: Problematização e Aprendizagem Baseada em Problemas. A Problematização é utilizada em situações cujos temas estejam relacionados com a vida em sociedade para orientar a prática pedagógica de um educador preocupado com o desenvolvimento de seus alunos e com sua autonomia intelectual, visando ao pensamento crítico e criativo. Já na Aprendizagem Baseada em Problemas, criam-se temas de estudo que o aluno deverá saber e dominar, sendo determinados previamente quais conhecimentos o discente deverá possuir para cada um deles<sup>1</sup>.

Em se tratando da evolução do estudo anatômico na medicina, o conhecimento do corpo humano data de 500 anos a.C. no sul da Itália, com estudos em animais. Os primeiros que realizaram dissecações humanas de modo sistemático foram Herófilo e Erasístrato no século III a.C. A partir do ano 150 a.C., a dissecação humana foi proibida por razões éticas e religiosas<sup>3</sup>.

Pouco tempo depois, um texto clínico da escola hipocrática descobriu a anatomia do ombro conforme havia sido estudada com a dissecação. O motivo mais importante para o desenvolvimento dessa técnica foi o desejo de descobrir a causa-morte, por razões essencialmente médico-legais, de uma pessoa importante ou elucidar a natureza da peste ou outra enfermidade infecciosa<sup>3</sup>.

A anatomia humana é normalmente considerada a base da ciência médica, e, ao fim da disciplina, os discentes precisam demonstrar habilidades na identificação de peças anatômicas de segmentos corporais, compreender as funções de órgãos e sistemas, e estabelecer a correlação topográfica entre ossos, articulações, músculos, vascularização e inervação<sup>4</sup>. É uma disciplina com conteúdo extenso e maçante que exige uma grande capacidade de memorização, porém

de suma importância na clínica médica para diagnóstico e tratamento<sup>5</sup>. Muitas vezes a essência da anatomia torna seu ensino monótono e desmotivador, principalmente para os acadêmicos do primeiro ano, que não tiveram contato prévio com os conteúdos e que ainda não reconhecem a importância do aprofundamento no assunto<sup>6</sup>. Além disso, há a percepção dos alunos de que o tempo nos laboratórios de anatomia não é suficiente para estudar e revisar todas as estruturas, o que dificulta mais ainda o aprendizado, pois é o único local com abordagem tridimensional da anatomia<sup>7</sup>.

Os estudantes de Medicina precisam construir um conhecimento sólido para que possa ser utilizado na prática clínica. As preferências pelo modo de aprendizagem da anatomia, como mostram estudos, são influenciadas por bagagem cultural, grau de instrução, gênero biológico, dificuldade em compreender textos científicos, personalidade metodológica de estudo e outros fatores<sup>8</sup>.

Considerando os avanços tecnológicos e científicos, faz-se necessária a incorporação de atualizações nos recursos utilizados no ensino de anatomia, como a tecnologia, com vista a desenvolver uma aprendizagem mais flexível, criativa e interativa<sup>9</sup>. Outras razões que impulsionam as mudanças na forma de ensino são a dificuldade em adquirir cadáveres para estudo, em decorrência de razões éticas e financeiras, e o curto espaço de tempo para a absorção da extensa carga de conhecimento<sup>10</sup>.

O estudo da anatomia humana necessita melhorar sua abordagem por meio do desenvolvimento tecnológico para que essa nova geração de estudantes, que possui maior contato com recursos modernos, como celulares, *tablets* e computadores de ponta, possa atribuí-los ao seu estudo. Aproveitando-se desse contexto, sobressaem novos meios de formação para essa disciplina, como bonecos fiéis ao corpo humano, realidades virtuais, atlas 3D, histórias em quadrinhos, aplicativos e técnicas de memorização<sup>11</sup>. Por causa da complexidade de memorização e compreensão que a disciplina exige, faz-se necessária uma revisão integrativa sobre metodologias de ensino-aprendizagem em anatomia com ferramentas inovadoras. Logo, o objetivo deste estudo é conhecer e compreender as ferramentas inovadoras para o ensino-aprendizagem de anatomia encontradas na revisão da literatura científica para que possam ser utilizadas no curso de Medicina. Além disso, espera-se demonstrar a importância dessas metodologias às instituições de ensino para a aplicação na formação dos profissionais e assim incentivar o aluno na busca da técnica que melhor se adapte às suas necessidades.

## MÉTODO

Trata-se de uma revisão integrativa, que é um método de pesquisa criterioso utilizado para sintetizar os melhores conhecimentos produzidos sobre um tema de pesquisa para que sejam avaliados por profissionais capacitados. Esse método é um dos pilares da Medicina Baseada em Evidências (MBE). Foi

realizada por meio de um levantamento bibliográfico, em que se adotaram as etapas metodológicas expostas na Figura 1 para realização. Dessa forma, a primeira fase foi a elaboração da questão norteadora que neste estudo é: "Demonstrar os novos recursos utilizados para o ensino-aprendizagem de anatomia na educação médica".

Na segunda fase de busca ou amostragem na literatura, foi feita a pesquisa de artigos científicos nas bases de dados PubMed, SciELO e Cochrane com os descritores: educação médica, anatomia AND estudantes, método de ensino AND anatomia, metodologia anatômica, *medical education*, *anatomy* AND *students* e *teaching methods* AND *anatomy*. Em seguida, na terceira fase, realizaram-se a coleta e a inclusão de dados relevantes.

A quarta fase de elaboração da revisão foi composta por análise crítica dos artigos, em que se utilizaram os seguintes critérios de inclusão: trabalhos publicados após 2009; publicações com os descritores citados na metodologia; publicações em português, inglês ou espanhol; artigos que citam anatomia; transição na metodologia de ensino; metodologias ativas; novos recursos de ensino-aprendizagem; e concordância com os objetivos do trabalho. Esses critérios

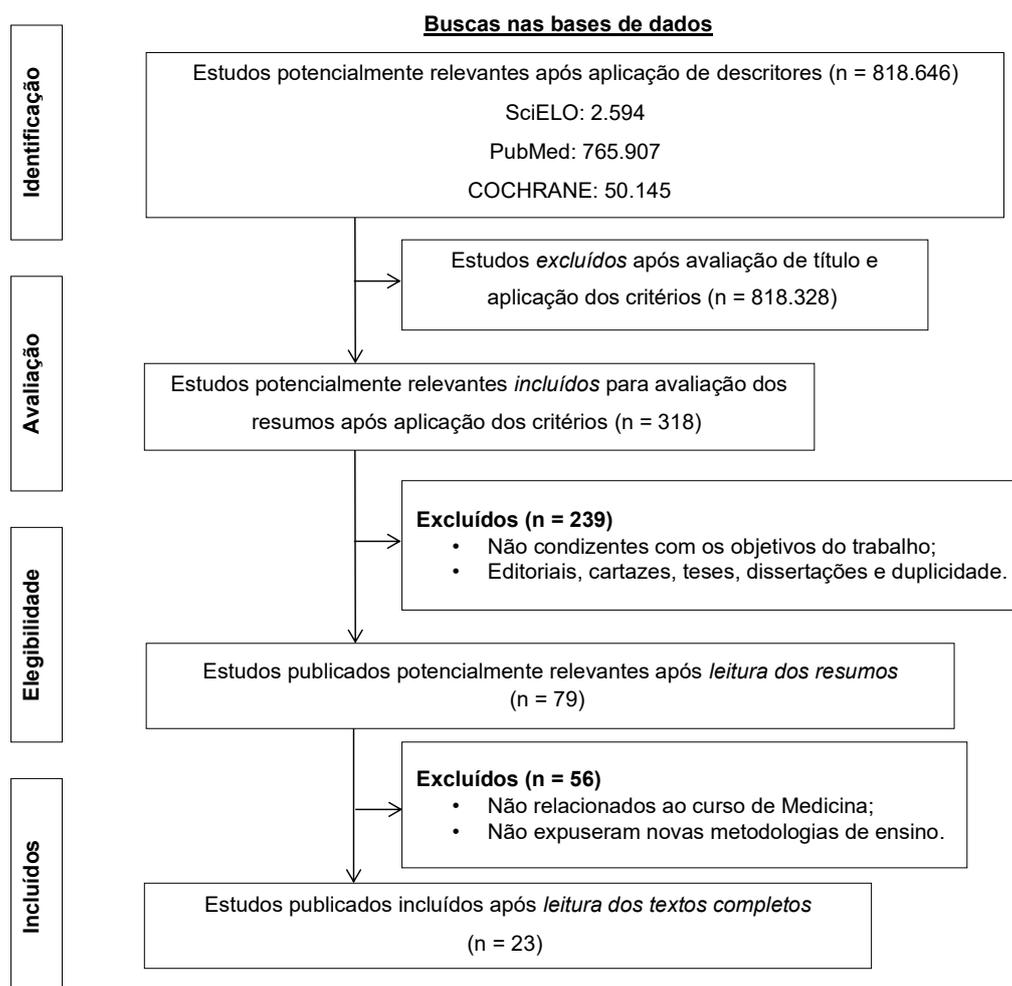
foram aplicados em publicações dentro do quesito anatomia no curso de Medicina.

Os critérios de exclusão foram: não condizentes com os objetivos deste trabalho; editoriais, cartazes, teses, dissertações e artigos em duplicidade; e antecedem o ano de 2009. Esses critérios foram traçados com base em aspectos que correspondem às técnicas inovadoras no ensino-aprendizagem de anatomia no curso de Medicina.

Na quinta fase, compararam-se os dados, identificaram-se as lacunas de conhecimento, definiram-se as prioridades para estudos futuros, omitiram-se opiniões e projetaram-se interferências, caso sejam cabíveis.

A revisão foi abordada de uma maneira que seja de fácil interpretação dos dados coletados, seguindo os critérios de: detalhamento de informações baseadas na metodologia utilizada; coleta, análise e discussão dos dados; redução, exposição e comparação dos dados; síntese e organização utilizando-se de tabelas expositivas; e revisão de fontes primárias para não haver conclusões precipitadas e não perder evidências importantes.

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



Fonte: Elaborada pelas autoras.

## RESULTADOS

Dos 23 artigos selecionados, expostos no Quadro 1, seis abordaram o uso de modelos tridimensionais (3D); sete trataram de imagens radiológicas; cinco referiram-se à

dissecação; seis versaram sobre simuladores, jogos e ambientes computadorizados; e dois ocuparam-se de outras metodologias, sendo que alguns artigos citam mais de uma metodologia.

**Quadro 1.** Caracterização dos estudos selecionados nas bases de dados, conforme título, periódico, país de publicação, idioma original, ano de publicação e tipo de estudo

Artigo	Título	Periódico	País de publicação	Idioma original	Ano de publicação	Tipo de estudo
1	"Diseño y aplicación piloto de un atlas imagenológico de pelvis femenina utilizando dispositivos móviles como apoyo al aprendizaje de la anatomía humana"	<i>Revista Chilena de Radiología</i>	Chile	Espanhol	2020	Revisão de literatura
2	"Approaches of anatomy teaching for seriously resource-deprived countries: a literature review"	<i>Education for Health</i>	Índia	Inglês	2019	Revisão de literatura
3	"Does three-dimensional anatomy improve student understanding?"	<i>Clinical Anatomy</i>	Estados Unidos	Inglês	2020	Pesquisa sistemática de literatura
4	"Efeitos do uso de diferentes tecnologias educacionais na aprendizagem conceitual sobre o sistema miofuncional orofacial"	<i>Audiology Communication Research</i>	Brasil	Português	2019	Estudo randomizado
5	"Three-dimensional printed models in anatomy education of the ventricular system: a randomized controlled study"	<i>World Neurosurgery</i>	Estados Unidos	Inglês	2019	Estudo controlado randomizado
6	"A crossover comparative study to assess efficacy of competency based medical education (CBME) and the traditional structured (TS) method in selected competencies of living anatomy of first year MBBS curriculum: a pilot study"	<i>Medical Journal Armed Forces India</i>	Índia	Inglês	2019	Estudo comparativo cruzado
7	"Examining the impact of audience response systems on student performance in anatomy education: a randomised controlled trial"	<i>Scottish Medical Journal</i>	Escócia	Inglês	2018	Ensaio controlado e randomizado
8	"Use of simulator-based teaching to improve medical students' knowledge and competencies: randomized controlled trial"	<i>Journal of Medical Internet Research</i>	Canadá	Inglês	2018	Ensaio controlado e randomizado
9	"3D rendering as a tool for cardiac anatomy learning in medical students"	<i>Revista de la Facultad de Medicina</i>	Colômbia	Inglês	2018	Estudo experimental
10	"Performance equivalency between computer-based and traditional pen-and-paper assessment: a case study in clinical anatomy"	<i>Anatomical Sciences Education</i>	Estados Unidos	Inglês	2018	Estudo experimental

Continua...

**Quadro 1.** Continuação

Artigo	Título	Periódico	País de publicação	Idioma original	Ano de publicação	Tipo de estudo
11	"The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy"	<i>Anatomical Sciences Education</i>	Estados Unidos	Inglês	2017	Estudo randomizado
12	"The role of three-dimensional printed models of skull in anatomy education: a randomized controlled trial"	<i>Scientific Reports</i>	Inglaterra	Inglês	2017	Ensaio controlado e randomizado
13	"CT images are noninferior to anatomic specimens in teaching cardiac anatomy: a randomized quantitative study"	<i>Journal of the American College of Radiology</i>	Estados Unidos	Inglês	2017	Estudo quantitativo randomizado
14	"Multidimensional approach to teaching anatomy: do gender and learning style matter?"	<i>Annals of Anatomy</i>	Alemanha	Inglês	2016	Estudo prospectivo randomizado de centro único
15	"Post mortem CT scans as a supplementary teaching method in gross anatomy"	<i>Annals Anatomy</i>	Alemanha	Inglês	2016	Ensaio randomizado
16	"Anatomy education and classroom versus laparoscopic dissection-based training: a randomized study at one medical school"	<i>Academic Medicine</i>	Estados Unidos	Inglês	2014	Estudo randomizado
17	"Are all hands-on activities equally effective? Effect of using plastic models, organ dissections, and virtual dissections on student learning and perceptions"	<i>Advances in Physiology Education</i>	Estados Unidos	Inglês	2014	Ensaio controlado e randomizado
18	"Computer game-based and traditional learning method: a comparison regarding students' knowledge retention"	<i>BMC Medical Education</i>	Inglaterra	Inglês	2013	Ensaio controlado randomizado simples cego
19	"Plastination and its importance in teaching anatomy. Critical points for long-term preservation of human tissue"	<i>Journal of Anatomy</i>	Inglaterra	Inglês	2013	Artigo de opinião
20	"Arthroscopy or ultrasound in undergraduate anatomy education: a randomized cross-over controlled trial"	<i>BMC Medical Education</i>	Inglaterra	Inglês	2012	Ensaio controlado e randomizado
21	"Role of a computer-generated three-dimensional laryngeal model in anatomy teaching for advanced learners"	<i>The Journal of Laryngology &amp; Otology</i>	Canadá	Inglês	2012	Ensaio controlado e randomizado
22	"Using ultrasonography as a teaching support tool in undergraduate medical education – time to reach a decision"	<i>Medical Ultrasonography</i>	Romênia	Inglês	2012	Artigo de revisão
23	"Atividades de dissecação de cadáveres e residência médica: relato da experiência do Serviço de Cirurgia Plástica do Hospital Universitário Professor Edgard Santos da Universidade Federal da Bahia"	<i>Revista Brasileira de Cirurgia Plástica</i>	Brasil	Português	2011	Análise observacional retrospectiva

Fonte: Elaborado pelas autoras

## DISCUSSÃO

De modo geral, os estudos compararam e verificaram a eficácia de diferentes tecnologias no ensino da anatomia, com o intuito de demonstrar complementos pedagógicos ao uso de cadáveres e ao ensino tradicional.

### Modelo tridimensional

Dentre aqueles que abordaram metodologias com tecnologias tridimensionais (3D), quatro estudos demonstraram resultados positivos dos alunos, e um deles não constatou diferenças entre os métodos comparados. Entre as vantagens observadas, Casallas et al.<sup>7</sup> verificaram que houve um aumento na interpretação, capacidade e facilidade de os alunos identificarem e denominarem as estruturas em todos os seus ângulos. Já Yi et al.<sup>12</sup> constataram que os modelos 3D se aproximam do realismo anatômico em estrutura, qualidade e cor, além de não demandarem investimentos em produtos de conservação e não haver necessidade de procedimentos legais para sua obtenção, como no caso dos cadáveres. Chen et al.<sup>13</sup> também afirmaram que impressões 3D são ferramentas convenientes e econômicas, além de resolverem problemas éticos, de higiene e aquisição de cadáveres no ensino da anatomia. Por fim, Triepels et al.<sup>14</sup> comprovaram que os métodos 3D, como impressões, imagens em computador e holograma, foram mais apreciados pelos estudantes, além de concluírem que são mais efetivos para a consolidação do aprendizado.

Em relação às desvantagens da tecnologia 3D, Yi et al.<sup>12</sup> e Chen et al.<sup>13</sup> citam a questão financeira de aquisição e a complexidade da anatomia. Já segundo Tan et al.<sup>15</sup>, não houve nenhuma diferença no conhecimento dos alunos que aprenderam em imagens 2D em relação aos que aprenderam em 3D. Ainda, Rondon-Melo et al.<sup>16</sup> encontraram efeitos positivos no uso de simuladores, como as animações 3D, no que se refere ao desenvolvimento das habilidades de pensamento e reflexão, compreensão de conceitos e motivação dos estudantes para a aprendizagem. Durante o uso de uma ferramenta de aprendizagem interativa, essas autoras observaram que a maioria dos estudantes precisa investir esforços adicionais para manter a atenção às tarefas de aprendizagem, de modo a diminuir a demanda cognitiva.

### Imagens radiológicas

Já nos estudos que abordaram o uso de imagens radiológicas, Knobe et al.<sup>17</sup> demonstraram que o ultrassom (US) é um instrumento econômico e rapidamente disponível. Além disso, o ensinamento dessas habilidades nos primeiros anos de estudo pode melhorar a competência em métodos diagnósticos e a qualidade do cuidado com o paciente. Mircea et al.<sup>18</sup> comprovaram que o US é fácil de explicar,

pois o estudante não tem dificuldade em aprender ou alcançar imagens significantes. Além disso, o US permite uma conexão natural entre “o que você procura e o que você vê”, é uma ferramenta não traumática e não invasiva, portátil e relativamente econômica, e cria um sentimento de participação real no processo diagnóstico, aproximando-se da medicina clínica, principalmente para os alunos do primeiro ano.

De acordo com Stelt et al.<sup>19</sup>, a incorporação das imagens médicas no estudo ajuda os estudantes a compreender a importância das imagens no diagnóstico e tratamento dos pacientes. Ademais, a integração da anatomia com a radiologia permite entregar conteúdos e habilidades que serão aplicados ao decorrer do curso, favorece e motiva o aprendizado da anatomia por gerar maior interesse e desenvolve outras competências, como a interpretação de estudos de imagem aliada à aplicação clínica. Kolossváry et al.<sup>20</sup> constataram que o conhecimento do grupo que aprendeu com imagens de tomografia computadorizada (TC) não foi inferior ao grupo que estudou com peças de cadáver e ainda demonstraram que as imagens de TC são de fácil acesso, de possível visualização *on-line*, permitem conhecer múltiplas variações anatômicas dos órgãos e possuem durabilidade maior que os cadáveres.

Chan et al.<sup>21</sup> mostraram que a integração de imagens radiológicas melhora a habilidade dos estudantes em identificar estruturas anatômicas e a retenção de conhecimento em longo prazo, além de fornecer muitas informações sobre morfologia, função e metabolismo do corpo humano. Promove uma integração de conteúdo clínico relevante que facilita o entendimento da anatomia e melhora o pensamento clínico. Estudantes veem relevâncias e aplicações em sua atuação clínica futura, o que melhora a motivação deles para aprender. Ainda segundo Chan et al.<sup>21</sup>, para a obtenção de imagens específicas do corpo, o custo de escanear os corpos a cada ano é excessivo. Além disso, esse processo requer uma supervisão mais intensiva e um corpo docente mais preparado. Para anatomia e radiologia, as amostras e imagens devem ser preparadas com cuidado e utilizadas da maneira mais eficiente, e é necessário tempo extra na coleta de casos clínicos adequados. Gradl-Dietsch et al.<sup>22</sup> demonstraram que não houve diferença entre os grupos que estudaram por meio de US, artroscopia e grupo controle, e Buenting et al.<sup>23</sup> também não encontraram diferença entre o grupo que estudou por dissecação e o grupo que usou imagens de TC.

### Dissecação

Pochat et al.<sup>24</sup> mostraram que o treinamento com peças anatômicas no meio universitário, muitas vezes, é insuficiente para o aprendizado. O mau estado de conservação das peças

anatômicas e sua escassez para um grande contingente de estudantes são alguns dos fatores que contribuem para esse déficit. Em contrapartida, na dissecação em cadáveres, é possível a visualização detalhada das estruturas, o que permite melhor aprendizado e aperfeiçoamento técnico. Brinke et al.<sup>25</sup> demonstraram que a educação bidimensional, como apresentações em PowerPoint e vídeos, é a menos custosa e a mais fácil de ser aplicada. Por sua vez, a anatomia com a utilização de modelos de dissecação, apesar de dispendiosa e demandar maior esforço, melhora a habilidade de aprendizado, pois os alunos não precisam transferir a representação abstrata e bidimensional das estruturas anatômicas para a anatomia real e tridimensional, já que eles receberam as informações em três dimensões. Um modo ativo de ensino tem uma contribuição importante para melhores resultados de aprendizagem, à medida que os próprios alunos descobrem o material; e a interação manual permite que eles estudem a anatomia em suas múltiplas faces, melhorando a compreensão espacial.

Riederer<sup>26</sup> afirma que a plastinação não é um substituto da dissecação tradicional, mas um complemento para entender a anatomia humana. Além de permitir uma conservação em longo prazo do tecido, a peça possibilita um contato direto e visão tridimensional de regiões anatômicas mais complexas, como o soalho e diafragma pélvicos e seus órgãos internos e externos. O autor também ressalta a importância do *hands-on* no processo de aprendizagem, que é muito apreciado pelos alunos e pelo corpo docente. Porém, as condições legais da plastinação estão longe de ser satisfatórias.

Lombardi et al.<sup>27</sup> mostram que a dissecação de órgãos previne a simplificação do estudo anatômico e promove a experimentação e a aprendizagem baseada em investigação, que podem não ser facilmente replicadas pelo uso de modelos de plástico ou atividades virtuais disponíveis atualmente. Essa técnica demonstra variações anatômicas entre indivíduos, possui um alto valor prático por promover o contato com estruturas e pode aprimorar opiniões dos estudantes sobre a ciência.

Chan et al.<sup>21</sup> expõem vantagens e desvantagens da dissecação de órgãos. Entre as vantagens, estão: os alunos ficam comprometidos com o autoaprendizado e a melhoria das suas habilidades; desenvolvem competências no diagnóstico por imagem e treinamento de habilidades médicas; reforçam a familiarização com o corpo humano e o respeito por ele; e relembram o que aprenderam. Dessa forma, a prática da dissecação nos primeiros anos do curso de Medicina foi benéfica no desenvolvimento de três tipos de habilidade: cognitiva (entendimento tridimensional das estruturas, das relações e do reconhecimento de variações anatômicas), psicomotora e afetiva (profissionalismo, trabalho em grupo e

respeito pelo corpo humano). Já entre as desvantagens, há um impacto emocional, como a ansiedade dos alunos e os custos de transporte, manutenção e disposição de cadáveres. Além de existirem poucos professores qualificados para ensinar a anatomia pela dissecação, há menos alunos capacitados para ajudar no aprendizado; o tempo de dissecação e de autoinstrução não é adequado; os estudantes passam longas horas nessa prática; o número de cadáveres disponíveis depende da cultura local e dos hábitos de doação da população; e, em algumas instituições de ensino, os cadáveres não são disponibilizados. Ainda, as dissecações usam soluções de formol, que têm sido associadas com dermatite alérgica, alergias oculares, problemas nas vias aéreas e carcinogênese.

### Simuladores, jogos e ambientes computadorizados

Em relação ao uso de jogos, *videogames* ou simuladores, Fischer et al.<sup>28</sup> demonstraram que um ambiente lúdico encoraja a participação do estudante e melhora a taxa de retenção de conteúdo, a satisfação, o conhecimento médico e potencialmente as habilidades médicas. Além disso, os discentes experimentam várias incidências e adquirem um melhor entendimento da estrutura anatômica. Porém, esse método possui um custo elevado.

Guimarães et al.<sup>29</sup> compararam os resultados de provas teóricas e práticas de um grupo que utilizou ambiente computadorizado com aqueles obtidos por um outro que usou papel e caneta. Os resultados sugeriram que, depois de um período de familiarização, o ambiente computadorizado pode apresentar *performance* equivalente e ser uma alternativa aceitável para o estudo de anatomia.

Rondon et al.<sup>30</sup> mostraram que os estudantes podem desenvolver habilidades cognitivas como memória, atenção e pensamento crítico por meio do uso de jogos digitais. Esses jogos, relacionados à solução de problemas, oferecem aos estudantes possibilidades de elaborar estratégias e alcançar seus objetivos predeterminados. Contudo, esse estudo mostrou que a retenção de conhecimento por meio de jogos digitais ocorre em curto prazo. Os jogos relevantes para o conteúdo, especialmente projetados, podem ser usados como um recurso adicional de ensino na graduação em Medicina, pois melhoram o desempenho acadêmico em testes, aumentam o compromisso dos estudantes e promovem a satisfação e um ambiente aprimorado, facilitado e divertido, o que reduz o estresse. Além disso, motivação para aprender e o tipo de jogo usado podem influenciar na *performance* dos estudantes em termos de conhecimento e prática clínica.

De acordo com Rondon-Melo et al.<sup>16</sup>, a integração de simuladores computadorizados em contextos de ensino e aprendizagem pode facilitar a compreensão sobre fenômenos

não observáveis na ciência e tornar visíveis conceitos abstratos. Para que um jogo possa contribuir para a aprendizagem, é necessário que forneça ao estudante o *feedback* sobre as suas ações e que contenha questões cuja complexidade favoreça seu processo de aprendizagem. Além disso, as habilidades cognitivas, como memória, atenção, pensamento crítico e elaboração e confirmação de hipóteses, podem ser desenvolvidas. Embora diferentes estudos tenham mostrado que o uso dessa metodologia pode melhorar a motivação para estudo e a retenção de conhecimento em curto prazo, é necessário considerar que há situações em que os estudantes ainda se sentem mais confortáveis com o uso de textos impressos.

Moro et al.<sup>31</sup> discorreram sobre realidade virtual, *tablet* e uso de hologramas, e concluíram que todos foram úteis no aprendizado. No caso da realidade virtual, os estudantes relataram olhos cansados, cefaleia, visão embaçada, náusea, tontura, dificuldade para focar a visão e visão turva. Já Chan et al.<sup>21</sup> mostraram que a *technology-enhanced learning* (tradução livre: “aprendizagem aprimorada por tecnologia”) por meio de recursos didáticos, como aplicativos, pode ser particularmente bem-sucedida quando o conteúdo de ensino é predominantemente visual. Exercícios de anatomia com realidade interativa promovem oportunidades de aprendizado fora da sala de aula e têm um especial valor para alunos cinestésicos e visuais. Entretanto, há desvantagens, como problemas técnicos dos recursos *on-line*, a falta de experiência tátil e dificuldades para usar os programas.

### Outras metodologias

Fergusson et al.<sup>32</sup> apresentam o *Audience Response System* (ARS), que é um sistema de resposta ao público, que promove de maneira instantânea e anônima um *feedback* das respostas dos estudantes, permitindo a comparação do seu entendimento com o de seus colegas. Além disso, tem a capacidade de aprimorar a habilidade do professor e avaliar o entendimento dos seus alunos em tempo real. A maioria dos estudantes que receberam o ARS no aprendizado julgou como positiva a experiência de ensino, que é memorável para eles. Apesar de ser um formato de educação inovador, não há ganho em longo prazo no conhecimento quando aplicado no ensino de anatomia.

Pandit et al.<sup>33</sup> expõem a *Competency Based Medical Education* (CBME), que é uma metodologia ativa e centrada no aluno, que é avaliado de acordo com a aplicação do conhecimento nas situações clínicas. A CBME concentra-se nos domínios afetivo e cognitivo, ensina liderança, além das outras competências clínicas. É esperado que o aluno aprenda integrando múltiplos domínios de conhecimento, habilidades, atitudes e comunicação nos contextos culturais e sociais, além

de aprender uma série de competências mensuráveis para a exposição precoce à clínica.

### CONCLUSÃO

Tendo em vista a importância da disciplina de anatomia e sua complexidade, esta revisão integrativa foi capaz de identificar e assimilar as ferramentas inovadoras para o ensino-aprendizagem em anatomia, além de permitir que os alunos busquem a técnica que melhor se adapte às suas necessidades e o torne apto a aplicá-la na sua atividade clínica. Portanto, diante da apresentação dos novos métodos de aprendizagem e de sua compreensão na revisão da literatura científica, as metodologias ativas, das quais as mais prevalentes são os modelos tridimensionais, as imagens radiológicas, a dissecação e os ambientes computadorizados, podem ser vistas como uma alternativa para utilização no ensino da anatomia.

### CONTRIBUIÇÃO DAS AUTORAS

Bianca Miranda Campos, Camila Marques Pelizon e Jéssica Medeiros Cabral de Siqueira Santos contribuíram substancialmente na concepção, no planejamento, na análise e na interpretação dos dados, na elaboração do rascunho, na revisão crítica do conteúdo e na aprovação da versão final do manuscrito. Janete Caprioli Carrocini contribuiu no planejamento e na revisão crítica do conteúdo, e na aprovação da versão final do manuscrito. Todas as autoras leram e aprovaram a versão final do artigo.

### CONFLITO DE INTERESSES

Declaramos não haver conflito de interesses.

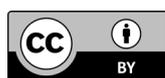
### FINANCIAMENTO

Declaramos não haver financiamento.

### REFERÊNCIAS

1. Prado ML, Velho MB, Espindola DS, Sobrinho SH, Backes VMS. Arco de Charles Maguerez: refletindo estratégias de metodologia ativa na formação de profissionais de saúde. *Esc Anna Nery*. 2012;16(1):172-77. doi: 10.1590/S1414-81452012000100023.
2. Luna WF, Bernardes JF. Tutoria como estratégia para aprendizagem significativa do estudante de medicina. *Rev Bras Educ Med*. 2016;40(4):653-62. doi: 10.1590/1981-52712015v40n4e01042015.
3. Petrucelli LJ. História da medicina. São Paulo: Manole; 1997.
4. Arruda RM, Sousa CRA. Aproveitamento teórico-prático da disciplina anatomia humana do curso de Fisioterapia. *Rev Bras Educ Med*. 2014;38(1):65-71. doi: 10.1590/S0100-55022014000100009.
5. Singh K, Bharatha A, Sa B, Adams OP, Majumder AA. Teaching anatomy using an active and engaging learning strategy. *BMC Med Educ*. 2019;19:149. doi: 10.1186/s12909-019-1590-2.
6. Salbego C, Oliveira EMD, Silva MAR, Bugança PR. Percepções acadêmicas sobre o ensino e a aprendizagem em anatomia humana. *Rev Bras Educ Med*. 2015;39(1):23-31. doi: 10.1590/1981-52712015v39n1e00732014.

7. Casallas A, Quijano Y. 3D rendering as a tool for cardiac anatomy learning in medical students. *Rev Fac Med.* 2018;66(4):611-6. doi: 10.15446/revfacmed.v66n4.65573.
8. Al-Mohrej OA, Al-Ayedh NK, Masuadi EM, Al-Kenani. Learning methods and strategies of anatomy among medical students in two different Institutions in Riyadh, Saudi Arabia. *Med Teach.* 2018;39(Suppl 1):S15-S21. doi: 10.1080/0142159X.2016.1254737.
9. Oliveira RCE, Tinôco JDS, Delgado MF, Andriola IC, Silva CMB, Lira ALBC. Estratégia educativa no ensino de anatomia humana aplicada à enfermagem. *Av Enferm.* 2018;36(1):31-9. doi: 10.15446/av.enferm.v36n1.61034.
10. Bogomolova K, Hierck BP, Hage JAVD, Hovius SER. Anatomy dissection course improves the initially lower levels of visual-spatial abilities of medical undergraduates. *Anat Sci Educ.* 2019;13(3):333-42. doi: 10.1002/ase.1913.
11. Mitrousias V, Karachalios TS, Varitimidis SE, Natsis K, Arvantinis DL, Zibis AH. Anatomy learning from prosected cadaveric specimens versus plastic models: a comparative study of upper limb anatomy. *Anat Sci Educ.* 2020;13(4):436-44. doi: 10.1002/ase.1911.
12. Yi X, Ding C, Xu H, Huang T, Kang D, Wang D. Three-dimensional printed models in anatomy education of the ventricular system: a randomized controlled study. *World Neurosurg.* 2019;125:e891-e90. doi: 10.1016/j.wneu.2019.01.204.
13. Chen S, Pan Z, Wu Y, Gu Z, Li M, Liang Z, et al. The role of three-dimensional printed models of skull in anatomy education: a randomized controlled trial. *Sci Rep.* 2017;7(1):575. doi: 10.1038/s41598-017-00647-1.
14. Triepels CPR, Smeelts CFA, Notten KJB, Kruitwagen RFP, Futterer JJ, Vergeldt TFM, et al. Does three-dimensional anatomy improve student understanding? *Clin Anat.* 2020;33(1):25-33. doi: 10.1002/ca.23405.
15. Tan S, Hu A, Wilson T, Ladak H, Haase P, Fung K. Role of a computer-generated three-dimensional laryngeal model in anatomy teaching for advanced learners. *J Laryngol Otol.* 2012;126(4):395-401. doi: 10.1017/s0022215111002830.
16. Rondon-Melo S, Andrade CRF. Efeitos do uso de diferentes tecnologias educacionais na aprendizagem conceitual sobre o sistema miofuncional orofacial. *Audiol Commun Res.* 2019;24:e2050. doi: 10.1590/2317-6431-2018-2050.
17. Knobe M, Carow JB, Ruesseler M, Leu BM, Simon M, Bekers SK, et al. Arthroscopy or ultrasound in undergraduate anatomy education: a randomized cross-over controlled trial. *BMC Med Educ.* 2012;12(85):1-8. doi: 10.1186/1472-6920-12-85.
18. Mircea P, Budea R, Fodor D, Buzoianu AD. Using ultrasonography as a teaching support tool in undergraduate medical education – time to reach a decision. *Med Ultrason.* 2012;14(3):211-6.
19. Stelt VMV, Barriga AK, Méndez GM, Garrido FC. Diseño y aplicación piloto de un atlas imagenológico de pelvis femenina utilizando dispositivos móviles como apoyo al aprendizaje de la anatomía humana. *Rev Chil Radiol.* 2020;26(1):32-7. doi: 10.4067/S0717-93082020000100032.
20. Kolossváry M, Székely AD, Gerber G, Merkely B, Maurovich-Horvat P. CT images are noninferior to anatomic specimens in teaching cardiac anatomy: a randomized quantitative study. *J Am Coll Radiol.* 2017;14(3):409-15. doi: 10.1016/j.jacr.2016.09.050.
21. Chan AYC, Cate OT, Custers EJF, Leeuwen MSV, Bleys RLA. Approaches of anatomy teaching for seriously resource-deprived countries: a literature review. *Educ Health.* 2019;32(2):62-74. doi: 10.4103/efh.EfH\_272\_17.
22. Gradl-Dietsch G, Korden T, Modabber A, Sónmez TT, Stromps JP, Pape HC, et al. Multidimensional approach to teaching anatomy: do gender and learning style matter? *Ann Anat.* 2016;208:158-64. doi: 10.1016/j.aanat.2016.03.002.
23. Buenting M, Mueller T, Raupach T, Luers G, Wehrenberg U, Gehl A, et al. Post mortem CT scans as a supplementary teaching method in gross anatomy. *Ann Anat.* 2016;208:165-9. doi: 10.1016/j.aanat.2016.05.003.
24. Pochat VD, Mendes RRS, Figuerêdo AA, Alonso N, Cunha MS, Meneses JCL. Atividades de dissecação de cadáveres e residência médica: relato da experiência do Serviço de Cirurgia Plástica do Hospital Universitário Professor Edgard Santos da Universidade Federal da Bahia. *Rev Bras Cir Plást.* 2011;26(4):561-5. doi: 10.1590/S1983-51752011000400004.
25. Brinke BT, Klitsie PJ, Timman R, Busschbach JVV, Lange JF, Kleinrensink GJ. Anatomy education and classroom versus laparoscopic dissection-based training: a randomized study at one medical school. *Acad Med.* 2014;89(5):806-10. doi: 10.1097/ACM.0000000000000223.
26. Riederer BM. Plastination and its importance in teaching anatomy. *Critical points for long-term preservation of human tissue.* *J Anat.* 2013;224(3):309-15. doi: 10.1111/joa.12056.
27. Lombardi SA, Hicks RE, Thompson KV, Marbach-Ad G. Are all hands-on activities equally effective? Effect of using plastic models, organ dissections, and virtual dissections on student learning and perceptions. *Adv Physiol Educ.* 2014;38(1):80-6. doi: 10.1152/advan.00154.2012.
28. Fischer Q, Sbissa Y, Nhan P, Adjedj J, Picard F, Mignon A, et al. Use of simulator-based teaching to improve medical students' knowledge and competencies: randomized controlled trial. *J Med Internet Res.* 2018;20(9):e261. doi: 10.2196/jmir.9634.
29. Guimarães B, Ribeiro J, Cruz B, Ferreira A, Alves H, Cruz-Correia R, et al. Performance equivalency between computer-based and traditional pen-and-paper assessment: a case study in clinical anatomy. *Anat Sci Educ.* 2018;11(2):124-36. doi: 10.1002/ase.1720.
30. Rondon S, Sassi FC, Andrade CRF. Computer game-based and traditional learning method: a comparison regarding students' knowledge retention. *BMC Med Educ.* 2013;13:30. doi: 10.1186/1472-6920-13-30.
31. Moro C, Stromberga Z, Raikos A, Stirling A. The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anat Sci Educ.* 2017;10(6):549-59. doi: 10.1002/ase.1696.
32. Fergusson SJ, Aka JJ, Hennessy CM, Wilson AJ, Parson SH, Harrison EM, et al. Examining the impact of audience response systems on student performance in anatomy education: a randomised controlled trial. *Scott Med J.* 2018;63(1):16-21. doi: 10.1177/0036933017741409.
33. Pandit S, Thomas MR, Banerjee U, Angadi M, Kumar S, Tandon A, et al. A crossover comparative study to assess efficacy of competency based medical education (CBME) and the traditional structured (TS) method in selected competencies of living anatomy of first year MBBS curriculum: a pilot study. *Med J Armed Forces India.* 2019;75(3):259-65. doi: 10.1016/j.mjafi.2018.01.010.



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.