

A evolução do ensino de anatomia humana: das práticas tradicionais às tecnologias modernas

The evolution of human anatomy teaching: from traditional practices to modern technologies

La evolución de la enseñanza de la anatomía humana: de las prácticas tradicionales a las tecnologías modernas

 Paulo Vinicius Moreira da Costa Menezes¹

 Flávio Rodrigues de Oliveira²

 Sônia Trannin de Mello³

 Josiane Medeiros de Mello³

¹Universidade Estadual de Maringá.
Goioerê, PR, Brasil.

²Universidade Estadual de Maringá.
Cianorte, PR, Brasil.

³Universidade Estadual de Maringá.
Maringá, PR, Brasil.

Autor correspondente:
Paulo Vinicius Moreira da Costa
Menezes
pvmcmenezes2@uem.br

Submissão: 18 fev 2025

Aceite: 20 mar 2025

RESUMO. Introdução: o estudo da anatomia humana é fundamental na formação de profissionais da saúde, fornecendo base para compreender a estrutura e função do corpo. **Objetivo:** o presente estudo teve como objetivo analisar a evolução do ensino de anatomia, ressaltando a importância dos métodos tradicionais e das novas tecnologias do século XXI. **Métodos:** revisão da literatura em bases de dados acadêmicas. **Resultados:** a dissecação de cadáveres e o uso de ilustrações sempre foram centrais no aprendizado anatômico, entretanto, com os avanços tecnológicos, surgiram novas abordagens, como realidade virtual, realidade aumentada e simulações digitais, que complementam as técnicas clássicas e ampliam a experiência de aprendizado. **Conclusão:** conclui-se que a integração entre métodos tradicionais e tecnológicos promove uma formação equilibrada, combinando aspectos técnicos e humanísticos. Esse modelo qualifica o processo de ensino-aprendizagem, aprimora a formação dos futuros profissionais da saúde e contribui para a melhoria dos serviços prestados à sociedade.

Descritores: Cadáver; Tecnologia educacional; Dissecação.

ABSTRACT. Introduction: the study of human anatomy is fundamental in the training of health professionals, providing a basis for understanding the structure and function of the body. **Objective:** this study aimed to analyze the evolution of anatomy teaching, highlighting the importance of traditional methods and new technologies of the 21st century. **Methods:** literature review in academic databases. **Results:** cadaver dissection and the use of illustrations have always been central to anatomical learning; however, with technological advances, new approaches have emerged, such as virtual reality, augmented reality, and digital simulations, which complement classical techniques and broaden the learning experience. **Conclusions:** it is concluded that the integration of traditional and technological methods promotes a balanced training, combining technical and humanistic aspects. This model qualifies the teaching-learning process, enhances the training of future health professionals, and contributes to improving the services provided to society.

Descriptors: Corpse; Educational technology; Dissection.

RESUMEN. Introducción: el estudio de la anatomía humana es fundamental en la formación de los profesionales de la salud, proporcionando una base para comprender la estructura y función del cuerpo. **Objetivo:** el presente estudio tuvo como objetivo analizar la evolución de la enseñanza de la anatomía, destacando la importancia de los métodos tradicionales y las nuevas tecnologías del siglo XXI. **Métodos:** revisión de la literatura en bases de datos académicas. **Resultados:** la disección de cadáveres y el uso de ilustraciones siempre han sido centrales en el aprendizaje anatómico, sin embargo, con los avances tecnológicos han surgido nuevos enfoques, como la realidad virtual, la realidad aumentada y las simulaciones digitales, que complementan las técnicas clásicas y amplían la experiencia de aprendizaje. **Conclusiones:** se concluye que la integración entre métodos tradicionales y tecnológicos promueve una formación equilibrada, combinando aspectos técnicos y humanísticos. Este modelo cualifica el proceso de enseñanza-aprendizaje, mejora la formación de los futuros profesionales de la salud y contribuye a mejorar los servicios prestados a la sociedad. **Descriptor:** Cadáver; Tecnología educativa; Disección.

INTRODUÇÃO

O estudo da anatomia humana é essencial para a formação de profissionais em diversas áreas das ciências da saúde, como Medicina, Enfermagem, Fisioterapia, Odontologia, entre outras (1-3). Esta disciplina possui como escopo o estudo da estrutura do corpo humano, oferecendo conhecimento essencial sobre a organização e função dos órgãos e sistemas corporais (4). Uma compreensão profunda da anatomia humana é necessária para a prática clínica, possibilitando assim o diagnóstico e tratamento de uma ampla variedade de condições médicas (3). Além de suas aplicações clínicas imediatas, a anatomia humana também é um campo que estimula o pensamento crítico e o raciocínio espacial em seus alunos, uma vez que requer a visualização e compreensão de suas intrincadas estruturas e suas relações em três dimensões. Embora muitas vezes desafiador, o estudo da anatomia humana continua a desempenhar um papel importante na formação de profissionais da saúde, fornecendo conhecimento teórico e prático para sua prática profissional (1).

No contexto atual, onde rápidos avanços tecnológicos podem ser observados em diversos setores da sociedade, é natural que o processo de ensino e aprendizagem da anatomia humana também seja impactado pelo advento de novas ferramentas (2,5). Métodos tradicionais, como dissecação de cadáveres e aprendizagem baseada em livros didáticos, foram complementados ou mesmo, em alguns casos, substituídos por ferramentas digitais, incluindo realidade virtual, modelagem 3D e simulações online (5-7). Embora essas inovações ofereçam novas alternativas para uma aprendizagem mais interativa e acessível, elas também levantam questões importantes sobre a eficácia e as limitações das diferentes abordagens de ensino. Destarte, é essencial que as mesmas sejam analisadas e comparadas com as metodologias clássicas de ensino de anatomia humana, a fim de avaliar quais delas podem ser utilizadas para contribuir no aprendizado e compreensão desta disciplina de forma crítica e significativa (8).

Assim, o objetivo do presente estudo foi elaborar uma revisão narrativa sobre a evolução histórica do estudo da Anatomia Humana, destacando a importância dos métodos tradicionais e das novas ferramentas tecnológicas do século XXI, e explorar como a integração dessas abordagens pode contribuir para uma formação acadêmica mais completa, equilibrando aspectos técnicos e humanísticos na educação de futuros profissionais da área da saúde.

DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento histórico do estudo da anatomia humana

O estudo da anatomia humana evoluiu significativamente ao longo da história, desde as primeiras representações do corpo humano em pinturas rupestres do Paleolítico até os avanços científicos da era moderna. Essas primeiras representações pré-históricas, encontradas em cavernas e

rochas, sugerem que mesmo nos estágios mais primitivos da humanidade, houve uma tentativa de entender os corpos humanos e de animais, embora de forma bastante rudimentar ⁽⁹⁾.

No Egito Antigo, evidências arqueológicas apontam para avanços na compreensão da anatomia humana, tanto por meio de seus registros médicos quanto principalmente por meio de suas práticas e rituais religiosos. Os egípcios são amplamente conhecidos por suas notáveis práticas de embalsamamento e mumificação ⁽¹⁰⁾, técnicas que não apenas preservavam os corpos, mas também forneciam conhecimento empírico de suas estruturas internas. Procedimentos médicos, tratamentos de feridas e conhecimento da anatomia humana estão registradas no Papiro de Edwin Smith, o documento médico mais antigo da humanidade, escrito por volta de 1600 a.C. ⁽¹¹⁾.

Na Grécia Antiga, a admiração pela beleza e simetria do corpo humano era amplamente expressa por meio das artes. Aristóteles (384 – 322 a.C.) foi o primeiro a usar o termo “Anatome”, que significa literalmente “cortar em pedaços”, e fez importantes contribuições descrevendo a função dos órgãos com base na dissecação de animais ⁽¹²⁾. No entanto, foi em Alexandria, no Egito helenístico, que as primeiras dissecações humanas executadas sistematicamente foram realizadas por Herófilo e Erasítrato ⁽¹³⁾.

Durante o século II d.C., o médico grego Galeno registrou extensas notas médicas enquanto tratava de ferimentos de gladiadores em Roma, tornando-se mais tarde o principal médico do Ocidente, influenciando o estudo da medicina por séculos até o Renascimento ^(14,15). Durante a Idade Medieval, a Igreja Católica restringiu severamente a dissecação de cadáveres, o que atrasou o avanço do conhecimento científico por séculos, e os estudantes de medicina da época foram forçados a confiar nos registros de Galeno. No mundo islâmico, os médicos Al-Hazen (Ibn al-Haytham) (965 – 1040 d.C.) e Avicena (Ibn Sina) (980 – 1037 d.C.) fizeram grandes contribuições ao estudo médico e anatômico com base em textos gregos e suas próprias observações. O Cânone da Medicina de Avicena se tornou um dos textos médicos mais influentes da história ⁽¹⁴⁾.

Na Europa, avanços significativos no estudo da medicina ocorreram com o surgimento da Escola de Salerno na Itália, que combinou tradições médicas greco-romanas, judaicas, cristãs e islâmicas e exerceu grande influência entre os séculos IX e XIII ⁽¹⁶⁾. Também na Itália, o Teatro Anatômico de Pádua foi inaugurado em 1594 na Universidade de Pádua, permitindo que médicos e estudantes observassem dissecações públicas em tempo real ⁽¹⁷⁾. De fato, foi durante o Renascimento que a ciência e a arte floresceram notavelmente na Europa. A arte refletindo a anatomia humana pode ser vista nas obras de Leonardo da Vinci e Michelangelo, destacando a simetria, proporção e beleza do corpo humano.

Foi durante esse período que viveu um dos mais importantes e notáveis anatomistas: Andreas Vesalius (1514 – 1564). Até então, o método de ensino de anatomia humana consistia em um professor

catedrático que lia os escritos de Galeno do alto de sua cadeira, longe do cadáver, e assistentes que, em um plano inferior, apontavam as estruturas mencionadas, enquanto um cirurgião-barbeiro dissecava o cadáver⁽¹⁸⁾. Vesalius revolucionou o método de aprendizado da anatomia humana ao confrontar o modelo de ensino em vigor e a autoridade dos escritos de Galeno com uma abordagem baseada em observações e evidências empíricas por meio da dissecação direta do cadáver. Sua obra “De Humani Corporis Fabrica” apresenta ilustrações detalhadas e precisas da anatomia humana, e marcou o início da era moderna desta disciplina⁽¹⁸⁾.

Durante o Iluminismo, a anatomia humana continuou a florescer com o desenvolvimento de novas metodologias e maior liberdade de dissecação⁽¹⁹⁾. William Harvey (1578 - 1657) fez descrições detalhadas da circulação sanguínea durante o século XVII. A importância do estudo das ciências naturais e da anatomia humana continuou a aumentar, como pode ser visto na famosa pintura “A Lição de Anatomia do Dr. Tulp” de Rembrandt (1632). Com a crescente demanda por cadáveres no final do século XVII e início do século XVIII para dissecações públicas, tornou-se cada vez mais comum que corpos fossem roubados de cemitérios para atender a essa demanda⁽²⁰⁾. A descoberta da formalina em 1890 foi outro marco importante, que permitiu uma melhor preservação dos cadáveres, facilitando assim estudos prolongados⁽²¹⁾.

Foi durante o século XIX que foi publicada a Anatomia de Gray, uma das obras mais importantes no campo da anatomia humana. Publicada por Henry Gray em 1858, esta obra consolidou décadas de estudo da anatomia humana por meio de descrições detalhadas e ilustrações precisas do corpo humano, sendo ainda hoje utilizada mundialmente como uma das principais referências para o estudo desta disciplina⁽²²⁾. À medida que a anatomia humana se consolidava como uma disciplina formal, percebeu-se a necessidade de uma padronização universal dos nomes das estruturas, uma vez que a mesma se trata de uma disciplina descritiva. Assim, em 1895, foi estabelecida a Nomina Anatomica de Basileia (BNA) durante o Congresso de Basileia. Algumas décadas depois, foi aprovada a Nomina Anatomica de Paris (PNA) em 1955, padronizando algumas terminologias em latim, eliminando epônimos e permitindo traduções para diferentes idiomas.

O final do século XIX e o início do século XX também foi um período de grandes avanços no estudo da anatomia humana: em 1895, o professor Wilhelm C. Röntgen descobriu o raio X, o que revolucionou a medicina ao permitir a visualização do interior do corpo humano sem a necessidade de dissecação ou procedimentos cirúrgicos, dando início à era da imagem médica⁽²³⁾. Décadas depois, a descoberta de novos procedimentos e tecnologias permitiu melhorias na imagem médica, com destaque para técnicas como ultrassom, tomografia computadorizada (TC), ressonância magnética (RM), tomografia por emissão de pósitrons (PET-scan), entre outras^(24,25). Embora o uso de imagens médicas em conjunto com dissecação de cadáveres e livros didáticos sejam práticas muito

comuns no estudo da anatomia humana atualmente, tem surgido novas tendências e ferramentas tecnológicas para complementar o estudo desta disciplina.

Os métodos tradicionais e as novas ferramentas tecnológicas do século XXI no estudo da anatomia humana

O processo de ensino-aprendizagem da anatomia humana sofreu transformações significativas ao longo do tempo. Inicialmente baseado apenas em métodos tradicionais como a dissecação de cadáveres, o uso de livros didáticos e atlas ilustrados, e mais recentemente complementado pelo uso de imagens médicas possibilitadas pela descoberta do raio X no final do século XIX, o estudo do corpo humano proporciona aos alunos uma abordagem prática e detalhada das estruturas corporais. No entanto, com o avanço das tecnologias no século XXI, foram inseridos novos métodos para complementar essas abordagens convencionais. No presente momento, o ensino da anatomia humana conta com ferramentas digitais inovadoras, como realidade aumentada, realidade virtual, plataformas de simulação online e modelagem tridimensional. Essas ferramentas oferecem formas alternativas e interativas de explorar o corpo humano, permitindo uma experiência de aprendizagem adaptável e imersiva ^(26,27). A seguir, exploraremos as principais metodologias tradicionais e inovadoras que, quando combinadas, podem enriquecer e contribuir muito com a formação de futuros profissionais da saúde.

Dissecação de cadáveres

A dissecação cadavérica é uma das práticas mais antigas na educação em anatomia humana, desempenhando um papel central e proporcionando uma experiência de aprendizagem inigualável que se tornou essencial no treinamento de profissionais da saúde ^(28,29). Desde o Renascimento, a dissecação é reconhecida como um dos métodos mais eficazes para explorar a complexidade do corpo humano, permitindo uma compreensão empírica e prática das relações anatômicas e da variabilidade natural entre os corpos de diferentes indivíduos ⁽¹⁹⁾. Essa metodologia permite que os alunos desenvolvam habilidades manuais e táteis, bem como uma familiaridade íntima com as texturas, densidades e estruturas dos tecidos corporais ^(29,30). A observação e manipulação de órgãos e sistemas em um contexto tridimensional permite o desenvolvimento de uma percepção espacial aprimorada, essencial para o diagnóstico clínico e intervenções cirúrgicas. Embora novas tendências tecnológicas como a realidade virtual apresentem excelentes resultados no aprendizado da anatomia humana, existem algumas habilidades e aspectos psicossociais importantes que só podem ser obtidos por meio da dissecação cadavérica ⁽⁷⁾.

Além de sua importância prática, a dissecação também desempenha um papel significativo no desenvolvimento da empatia e do respeito dos alunos pelo corpo humano ^(31,32). Muitos cursos de anatomia enfatizam o valor ético e humano da dissecação, fomentando um profundo respeito pelos doadores e contribuindo para a formação de uma atitude profissional e ética entre futuros médicos e profissionais de saúde ^(31,32). No entanto, é importante destacar que a prática da dissecação de cadáveres apresenta alguns desafios e limitações: é um método de ensino que requer recursos significativos, como instalações e estruturas adequadas e uma equipe qualificada para orientar os alunos, além de corpos preservados. A manutenção e preservação de cadáveres requer investimento em métodos de conservação, como o uso de formalina, e em ambiente controlado, o que pode ser um fator limitante significativo. Ademais, a exposição prolongada aos produtos químicos utilizados na preservação de corpos pode ser prejudicial à saúde de alunos, professores e técnicos, principalmente quando os protocolos de segurança não são seguidos rigorosamente ⁽³³⁾.

Outra limitação é a indisponibilidade de corpos para estudo, o que restringe o acesso à prática para muitos alunos ⁽³⁴⁾. Seja pela falta de doadores voluntários e indigentes, seja por fatores burocráticos, a falta de corpos pode ser considerada um fator limitante significativo para esse método de aprendizagem. Apesar disso, a dissecação continua sendo um método essencial no ensino de anatomia, principalmente quando combinada com tecnologias modernas, que permitem uma aprendizagem mais ampla e flexível ^(19,29,30).

Livros didáticos - texto e atlas

Os livros didáticos de anatomia humana têm sido ferramentas essenciais para o ensino e estudo da anatomia por séculos ⁽³⁵⁾. Esses materiais, muitas vezes enriquecidos com ilustrações e diagramas detalhados que demonstram o arranjo de sistemas e órgãos, servem como uma referência fundamental e são amplamente utilizados por estudantes e profissionais ao longo de sua formação e carreira. Trabalhos como os da Anatomia de Gray ⁽³⁶⁾ e os atlas de Netter ⁽³⁷⁾ são referências importantes que popularizam o uso de ilustrações precisas para auxiliar no aprendizado de estruturas anatômicas, estabelecendo padrões de conhecimento e permitindo uma compreensão abrangente e visual do corpo humano ⁽³⁵⁾.

Uma das principais vantagens dos livros didáticos é sua acessibilidade e portabilidade, permitindo que os alunos revisem os conteúdos em qualquer lugar e a qualquer hora. Ilustrações detalhadas ajudam a visualizar o corpo de forma organizada, com descrições que facilitam a compreensão teórica antes do contato com as práticas de dissecação ou a recordação delas posteriormente ⁽³⁵⁾. Os livros didáticos apresentam descrições sistemáticas das estruturas anatômicas, organizadas de forma sistêmica ou topográfica, o que favorece o aprendizado gradual e a rápida

referência durante as revisões. A clareza das ilustrações, que geralmente diferenciam os elementos anatômicos pela cor e pelos detalhes gráficos, permite a identificação e delimitação precisas de músculos, vasos, nervos e órgãos, promovendo uma compreensão espacial das inter-relações entre as estruturas ⁽³⁷⁾.

Nos últimos anos, a oferta de livros digitais e e-books tem representado uma alternativa vantajosa para estudantes de anatomia. Essas versões eletrônicas reduziram significativamente os custos de aquisição dos livros, que tradicionalmente são caros, pesados e demandam espaço físico para o seu armazenamento. Além disso, os e-books frequentemente incluem recursos interativos, como links para vídeos, modelos tridimensionais e ferramentas de busca rápida, que tornam o aprendizado mais dinâmico e acessível. A possibilidade de acessar o material em dispositivos móveis e computadores também facilita o estudo contínuo, permitindo que os alunos consultem o conteúdo a qualquer momento e em diferentes ambientes.

Apesar de suas muitas vantagens, os livros didáticos anatômicos também apresentam limitações importantes, principalmente quando comparados aos avanços tecnológicos disponíveis hoje. As representações gráficas, embora detalhadas, são apenas representações bidimensionais e não conseguem reproduzir a complexidade tridimensional dos tecidos e órgãos como ocorre em uma dissecação ou em ferramentas de realidade aumentada ⁽³⁸⁾. Essa limitação pode dificultar a compreensão prática de como as estruturas anatômicas são posicionadas e interagem no corpo real, principalmente em situações clínicas. Além disso, como as ilustrações em atlas anatômicos seguem padrões idealizados, elas nem sempre representam variações anatômicas naturais que são comuns em humanos e que podem ser observadas na prática na dissecação de cadáveres. A natureza estática dos livros também impede uma visualização dinâmica de como as estruturas anatômicas se comportam em movimento, o que pode ser relevante para certas especializações médicas.

O uso de livros-texto e atlas é, portanto, um método que, embora essencial, se beneficia quando combinado com ferramentas práticas e tecnológicas mais dinâmicas, como a dissecação cadavérica e as plataformas digitais tridimensionais ⁽³⁹⁾. Livros didáticos ainda fornecem uma base robusta e organizada, mas novas tecnologias permitem um aprendizado mais interativo e imersivo. Assim, embora indispensáveis, essas fontes tradicionais servem melhor quando complementadas por métodos modernos que aprimoram a experiência de aprendizagem e a compreensão prática do conteúdo ⁽³⁹⁾.

Imagens médicas

O uso de imagens médicas para o ensino de anatomia tornou-se uma prática importante na formação de profissionais da saúde, proporcionando uma visão detalhada e interna do corpo humano

sem a necessidade de dissecação ou outros procedimentos invasivos ⁽⁴⁰⁾. Exames de radiografia, tomografia computadorizada (TC), ressonância magnética (RM) e ultrassom permitem a visualização de órgãos, músculos, vasos sanguíneos e outras estruturas anatômicas em alta resolução e em múltiplos planos. A integração dessas imagens ao ensino de anatomia proporciona uma visão realista e clínica, facilitando a compreensão de como as estruturas aparecem em exames médicos, o que é essencial para diagnósticos e procedimentos clínicos ⁽⁴⁰⁾.

O uso de exames de imagens possibilita a capacidade de observar o corpo humano vivo em diferentes planos e seções anatômicas, permitindo a visualização de detalhes que seriam impossíveis de serem observados apenas com a dissecação. As imagens médicas também refletem variações anatômicas individuais, o que ajuda os estudantes a entender as diferenças que podem encontrar na prática clínica. Esse recurso facilita a compreensão de patologias, pois os alunos podem visualizar lesões, tumores, fraturas e outras condições médicas com muita clareza e nitidez. Outrossim, as imagens podem ser facilmente compartilhadas e revisadas em qualquer ambiente digital, tornando o estudo mais acessível e conveniente ⁽⁴¹⁾.

Não obstante, o uso de imagens médicas como método de ensino apresenta algumas limitações: a visualização bidimensional pode dificultar a percepção da complexidade tridimensional das estruturas anatômicas, algo que é melhor compreendido por meio de métodos como dissecação ou realidade aumentada. Ainda, a interpretação correta dessas imagens requer treinamento específico, pois estruturas sobrepostas podem obscurecer detalhes, dificultando a visualização completa de certas partes do corpo. Destarte, embora sejam uma ferramenta poderosa e indispensável para o estudo da anatomia clínica, sua eficácia é maximizada quando utilizadas em conjunto com métodos que permitem o estudo prático e tridimensional do corpo humano ⁽⁸⁾.

Realidade aumentada e realidade virtual

O uso da realidade aumentada e realidade virtual no ensino de anatomia representa uma inovação tecnológica que permite aos alunos explorar o corpo humano em um ambiente interativo e imersivo ⁽²⁶⁾. Essas tecnologias foram muito impulsionadas e se mostraram alternativas promissoras, sobretudo nos últimos anos devido à pandemia da Covid-19, que impediu muitos estudantes de acessar o laboratório de anatomia humana devido ao isolamento social ^(5,42-44). A realidade aumentada sobrepõe modelos tridimensionais de estruturas anatômicas ao mundo real, enquanto a realidade virtual cria um ambiente completamente digital no qual o usuário pode explorar estruturas anatômicas em detalhes ⁽⁶⁾. Esses recursos oferecem uma experiência de aprendizado única e têm o potencial de transformar o estudo da anatomia, dando aos alunos a capacidade de visualizar e manipular órgãos e sistemas de forma intuitiva e acessível ⁽⁴⁵⁾.

Essas tecnologias permitem que os alunos estudem o corpo humano de forma interativa, ampliando, girando e manipulando estruturas conforme necessário, o que facilita a absorção de conceitos complexos e melhora a retenção de informações. Além disso, a realidade aumentada e a realidade virtual podem simular processos dinâmicos, como fluxo sanguíneo e respiração, o que fornece uma visão mais funcional da anatomia. Ainda, são totalmente acessíveis por meio de dispositivos portáteis, o que permite que os alunos revisem o conteúdo a qualquer momento, promovendo assim um estudo flexível e independente (6,45,46).

Apesar dessas conveniências, a precisão e a resolução dos modelos virtuais podem variar muito, o que pode levar a uma representação menos detalhada de estruturas menores e mais complexas. É preciso levar em consideração também que o uso dessas tecnologias requer dispositivos específicos e de alta qualidade, o que pode ser oneroso para instituições de ensino ou para alguns alunos individualmente. Ainda, a experiência com realidade aumentada e realidade virtual, embora imersiva, não substitui totalmente o contato direto com o tecido humano, essencial para a formação prática e emocional dos futuros profissionais da saúde (31,32).

Também é importante mencionar que o uso excessivo dessas tecnologias pode levar a uma dependência do ambiente virtual, o que pode limitar a capacidade de interpretar estruturas anatômicas em situações clínicas reais. Desta maneira, a realidade aumentada e a realidade virtual trazem uma dimensão inovadora e prática ao estudo da anatomia, enriquecendo a experiência educacional com aprendizagem interativa e dinâmica. No entanto, essas tecnologias são mais eficazes quando usadas em conjunto com métodos tradicionais, como dissecação e uso de imagens médicas, para fornecer uma compreensão completa e prática da anatomia humana (39).

Plataformas de simulação online e modelagem tridimensional

Essas ferramentas têm se tornado cada vez mais populares na educação em anatomia, fornecendo acesso a modelos anatômicos e conteúdo de alta qualidade por meio de um ambiente digital e interativo. Essas plataformas, acessíveis de qualquer lugar com conexão à internet, incluem simulações detalhadas, vídeos explicativos, gamificação do ensino, animações e testes interativos que permitem aos alunos explorar o corpo humano de forma autônoma e em seu próprio ritmo (27,47). Algumas dessas plataformas oferecem recursos personalizados, como a capacidade de criar modelos específicos ou seções de órgãos, que podem complementar as abordagens tradicionais. Por meio das simulações de modelagem tridimensional, o usuário pode girar, ampliar e examinar órgãos e sistemas em alta resolução, contribuindo para uma experiência de aprendizagem interativa e imersiva. Isso é particularmente benéfico para alunos que têm acesso limitado a laboratórios físicos ou recursos de dissecação.

A acessibilidade permite que alunos e profissionais revisem o conteúdo de anatomia a qualquer hora e de qualquer lugar, o que é bastante conveniente e vantajoso. Esse aspecto torna o aprendizado de anatomia muito mais flexível. Além disso, essas plataformas com modelagem tridimensional geralmente incluem testes interativos e exercícios de autoavaliação baseados em Inteligência Artificial, tais como o chatGPT, que ajudam os alunos a consolidar seus conhecimentos e monitorar seu progresso ^(48,49). Outro benefício significativo é a atualização frequente do conteúdo, o que permite que os alunos estejam em contato com as informações mais recentes e técnicas anatômicas modernas ^(48,49).

Entre essas plataformas para estudo de anatomia humana, podemos citar o Anatomy.app e o Complete Anatomy (Elsevier), que disponibilizam pacotes de assinaturas anuais para fornecer acesso aos seus conteúdos online. Também é importante mencionar canais de YouTube como o ‘Institute of Human Anatomy’, que realiza divulgação científica por meio de vídeos gratuitos de alta qualidade que abordam discussões relacionadas com a anatomia humana aplicada à vida cotidiana. Todos os conteúdos e materiais mencionados acima possuem caráter educativo e apresentam elevados conceitos nas avaliações dos seus assinantes e seguidores.

Apesar dos muitos benefícios dessas plataformas online para o ensino de anatomia humana, elas também apresentam algumas limitações, como a falta de contato direto com estruturas anatômicas reais, o que limita a experiência tátil e uma compreensão mais profunda dos tecidos e suas texturas. Isso pode ser uma desvantagem para alunos em áreas da saúde que precisam de treinamento prático com corpos reais para desenvolver habilidades em manipulação, palpação e identificação de variações anatômicas. De mais a mais, a dependência dessas plataformas digitais pode ser limitada pela necessidade de dispositivos de alta qualidade e uma conexão rápida à internet, o que pode ser um desafio em regiões com infraestrutura limitada. Embora as plataformas de simulação online proporcionem flexibilidade e interatividade no ensino de anatomia, para que o aprendizado seja completo e significativo, o ideal é que sejam utilizadas como um complemento aos métodos tradicionais, oferecendo suporte adicional e acessível ao estudo prático com espécimes reais ⁽³⁹⁾.

CONCLUSÃO

A educação em anatomia humana percorreu um longo caminho ao decorrer dos séculos, passando por práticas tradicionais, como a dissecação de cadáveres e o uso de atlas anatômicos, até a integração de tecnologias modernas, como radiografia, realidade aumentada, realidade virtual, plataformas de simulação online e modelagem tridimensional. Cada uma dessas abordagens oferece

contribuições únicas e complementares para o aprendizado anatômico, enriquecendo o treinamento de futuros profissionais da área da saúde.

Os métodos tradicionais continuam a desempenhar um papel fundamental ao proporcionar uma experiência tátil e ética essencial, promovendo uma compreensão profunda das estruturas e relações anatômicas através do contato direto com o corpo humano. Por outro lado, as inovações tecnológicas oferecem um aprendizado mais flexível, acessível, interativo e visualmente enriquecido, respondendo às demandas de um mundo cada vez mais digitalizado. No entanto, é importante reconhecer que as tecnologias, por mais avançadas que sejam, não substituem o valor inestimável da experiência prática com tecidos humanos reais.

A combinação equilibrada entre os métodos tradicionais e as ferramentas tecnológicas é, portanto, a abordagem ideal para uma educação anatômica completa e significativa. Essa integração permite que os estudantes desenvolvam tanto habilidades técnicas quanto uma sensibilidade humanística e ética, ambas fundamentais para a prática clínica. Ao olhar para o futuro da educação em anatomia humana, é evidente que a evolução contínua das tecnologias continuará a oferecer novas oportunidades de ensino e aprendizagem. Contudo, essa evolução também traz desafios, como a necessidade de recursos para implementação e acessibilidade. Nesse contexto, é essencial que as instituições de ensino mantenham uma postura crítica e adaptativa, buscando equilibrar as metodologias tradicionais com as inovações tecnológicas.

Este estudo, ao revisar a evolução histórica do ensino da anatomia humana, destacou a importância de integrar essas diferentes abordagens para proporcionar uma formação acadêmica mais completa. Promovendo uma educação anatômica que integre aspectos técnicos e humanísticos, oferecendo uma abordagem profunda, significativa e alinhada às demandas de um cenário em constante evolução e inovação.

REFERÊNCIAS

1. Estai M, Bunt S. Best teaching practices in anatomy education: A critical review. *Ann Anat.* 2016 Nov 1;208:151–7.
2. Iwanaga J, Muo EC, Tabira Y, Watanabe K, Tubbs SJ, D’Antoni A V, et al. Who really needs a Metaverse in anatomy education? A review with preliminary survey results. *Clin Anat.* 2023;36(1):77–82.
3. Turney BW. Anatomy in a modern medical curriculum. *Ann R Coll Surg Engl.* 2007 Feb;89(2):104–7.
4. Tortora GJ, Derrickson BH. *Principles of anatomy and physiology.* John Wiley & sons; 2018.
5. Patra A, Asghar A, Chaudhary P, Ravi KS. Integration of innovative educational technologies in anatomy teaching: new normal in anatomy education. *Surg Radiol Anat.* 2022;44(1):25–

32.

6. Kavvadia EM, Katsoula I, Angelis S, Filippou D. The anatomage table: A promising alternative in anatomy education. *Cureus*. 2023;15(8).
7. Kolla S, Elgawly M, Gaughan JP, Goldman E. Medical student perception of a virtual reality training module for anatomy education. *Med Sci Educ*. 2020;30(3):1201–10.
8. Chytas D, Salmas M, Demesticha T, Noussios G, Paraskevas G, Chrysanthou C, et al. A review of the use of virtual reality for teaching radiology in conjunction with anatomy. *Cureus*. 2021;13(12).
9. Jeon JH. Lascaux Cave Painting: The Earliest Drawing of Gastrointestinal Anatomy and Physiology? *J Korean Med Sci*. 2024;39(3).
10. Ajileye AB, Esan EO, Adeyemi OA. Human Embalming Techniques: A Review. *Am J Biomed Sci*. 2018 Apr;82–95.
11. Metwaly AM, Ghoneim MM, Eissa IH, Elsehemy IA, Mostafa AE, Hegazy MM, et al. Traditional ancient Egyptian medicine: A review. Vol. 28, *Saudi Journal of Biological Sciences*. Elsevier B.V.; 2021. p. 5823–32.
12. Crivellato E, Ribatti D. A portrait of Aristotle as an anatomist: Historical article. Vol. 20, *Clinical Anatomy*. Wiley-Liss Inc.; 2007. p. 447–85.
13. Stok F. Medical Sects. In: *Oxford Handbook of Science and Medicine in the Classical World*. Oxford University Press; 2018. p. 358–80.
14. Alghamdi MA, Ziermann JM, Diogo R. An untold story: The important contributions of Muslim scholars for the understanding of human anatomy. Vol. 300, *Anatomical Record*. Blackwell Publishing Inc.; 2017. p. 986–1008.
15. Nutton V. *Galen: a thinking doctor in imperial Rome*. Routledge; 2020.
16. Kristeller PO. The School of Salerno: Its development and its contribution to the history of learning. *Bull Hist Med*. 1945;17(2):138–94.
17. Underwood EA. The early teaching of anatomy at Padua, with special reference to a model of the Padua anatomical theatre. *Ann Sci*. 1963;19(1):1–26.
18. Zampieri F, ElMaghawry M, Zanatta A, Thiene G. Andreas Vesalius: Celebrating 500 years of dissecting nature. *Glob Cardiol Sci Pract*. 2015;2015(5).
19. Mitchell PD, Boston C, Chamberlain AT, Chaplin S, Chauhan V, Evans J, et al. The study of anatomy in England from 1700 to the early 20th century. *J Anat*. 2011;219(2):91–9.
20. Wells J. Burke and Hare: The Ghoulish Duo that Advanced the Study of Human Anatomy. *Vulcan Hist Rev*. 2018;22(2018):8.
21. Musiał A, Gryglewski R, Kielczewski S, Loukas M, Wajda J. Formalin use in anatomical and histological science in the 19th and 20th centuries. *Folia Med Cracov*. 2016;56(3).
22. Standring S, Ellis H, Healy J, Johnson D, Williams A, Collins P, et al. *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice*. *Am J Neuroradiol*. 2005;26(10):2703.
23. Röntgen WC. On a new kind of rays. *Science* (80-). 1896;3(59):227–31.
24. Hsieh J, Flohr T. Computed tomography recent history and future perspectives. *J Med*

Imaging. 2021;8(5):52109.

25. Surasi DS, Bhambhani P, Baldwin JA, Almodovar SE, O'Malley JP. 18F-FDG PET and PET/CT patient preparation: a review of the literature. *J Nucl Med Technol.* 2014;42(1):5–13.
26. Saalfeld P, Schmeier A, D'Hanis W, Rothkötter HJ, Preim B. Student and teacher meet in a shared virtual reality: a one-on-one tutoring system for anatomy education. *arXiv Prepr arXiv201107926.* 2020;
27. Uribe J, Harmon D, Laguna B, Courtier J. Augmented-Reality Enhanced Anatomy Learning (A-REAL): Assessing the utility of 3D holographic models for anatomy education. *Ann 3D Print Med.* 2023;9:100090.
28. Ghosh SK. Human cadaveric dissection: a historical account from ancient Greece to the modern era. *Anat Cell Biol.* 2015;48(3):153–69.
29. Ghosh SK. Cadaveric dissection as an educational tool for anatomical sciences in the 21st century. *Anat Sci Educ.* 2017;10(3):286–99.
30. Dissabandara LO, Nirathanan SN, Khoo TK, Tedman R. Role of cadaveric dissections in modern medical curricula: a study on student perceptions. *Anat Cell Biol.* 2015;48(3):205.
31. Cornwall J, Hildebrandt S, Champney TH, Goodman K. Ethical concerns surrounding artificial intelligence in anatomy education: Should AI human body simulations replace donors in the dissection room? *Anat Sci Educ.* 2024;17(5):937–43.
32. Souza AD, Kotian SR, Pandey AK, Rao P, Kalthur SG. Cadaver as a first teacher: A module to learn the ethics and values of cadaveric dissection. *J Taibah Univ Med Sci.* 2020;15(2):94–101.
33. Ufelle AC, Lee AG, Kimberly Forrest MPH. Health effects and factors affecting formaldehyde exposure among students in a cadaver laboratory. *J Environ Health.* 2022;84(6):14–21.
34. Habicht JL, Kiessling C, Winkelmann A. Bodies for anatomy education in medical schools: an overview of the sources of cadavers worldwide. *Acad Med.* 2018;93(9):1293–300.
35. Rosse C. Anatomy atlases. *Clin Anat Off J Am Assoc Clin Anat Br Assoc Clin Anat.* 1999;12(4):293–9.
36. Drake RL, Vogl AW, Mitchell AWM, Tibbitts R, Richardson P. *Gray's Atlas of Anatomy: Gray's Atlas of Anatomy E-Book.* Elsevier Health Sciences; 2020.
37. Netter FH. *Netter Atlas of Human Anatomy: Classic Regional Approach-Ebook.* Elsevier Health Sciences; 2022.
38. Chickness JP, Trautman-Buckley KM, Evey K, Labranche L. Novel development of a 3D digital mediastinum model for anatomy education. *Transl Res Anat.* 2022;26:100158.
39. da Cruz Torquato M, Menezes JM, Belchior G, Mazzotti FP, Bittar JS, Dos Santos GGR, et al. Virtual reality as a complementary learning tool in anatomy education for medical students. *Med Sci Educ.* 2023;33(2):507–16.
40. Grignon B, Oldrini G, Walter F. Teaching medical anatomy: what is the role of imaging today? *Surg Radiol Anat.* 2016;38:253–60.

41. Heptonstall NB, Ali T, Mankad K. Integrating radiology and anatomy teaching in medical education in the UK—the evidence, current trends, and future scope. *Acad Radiol.* 2016;23(4):521–6.
42. Clebis NK, Chavarria RTO, Rocha LC de A, Neto MF da CP, Paula JPC, Pellizzon E, et al. Gamificação do ensino teórico de anatomia para o curso de farmácia da UFRN na pandemia da COVID-19: relato de experiência. *Arq do Mudi.* 2021;25(2):14–26.
43. Miltykh I, Kafarov ES, Covantsev S, Dadashev AS, Skarlis AA, Zenin OK. A new dimension in medical education: Virtual reality in anatomy during COVID-19 pandemic. *Clin Anat.* 2023;36(7):1007–15.
44. Sinou N, Sinou N, Filippou D. Virtual reality and augmented reality in anatomy education during COVID-19 pandemic. *Cureus.* 2023;15(2).
45. Nakai K, Terada S, Takahara A, Hage D, Tubbs RS, Iwanaga J. Anatomy education for medical students in a virtual reality workspace: A pilot study. *Clin Anat.* 2022;35(1):40–4.
46. Alasmari WA. Medical students' feedback of applying the virtual dissection table (anatomage) in learning anatomy: a cross-sectional descriptive study. *Adv Med Educ Pract.* 2021;1303–7.
47. Krishnamurthy K, Selvaraj N, Gupta P, Cyriac B, Dhurairaj P, Abdullah A, et al. Benefits of gamification in medical education. *Clin Anat.* 2022;35(6):795–807.
48. Castellano MS, Contreras-McKay I, Neyem A, Farfán E, Inzunza O, Ottone NE, et al. Empowering human anatomy education through gamification and artificial intelligence: An innovative approach to knowledge appropriation. *Clin Anat.* 2024;37(1):12–24.
49. Ilgaz HB, Çelik Z. The significance of artificial intelligence platforms in anatomy education: an experience with ChatGPT and Google Bard. *Cureus.* 2023;15(9).