

## Anatomia Imersiva: Comparação entre o Aprendizado em Peças Cadavéricas e Modelos de Realidade Virtual.

Josenias Magalhães de Sousa Filho<sup>1</sup>, Pâmela Guimarães Brito<sup>2</sup>, Pâmela Késsia Pinheiro de Lima Silva<sup>3</sup>, Cristiane Marinho Uchôa Lopes<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Discente da Universidade Federal do Cariri, Barbalha, Brasil  
(josenias.magalhaes@aluno.ufca.edu.br)

<sup>2</sup>Discente da Universidade Federal do Cariri, Barbalha, Brasil  
(pamela.guimaraes@aluno.ufca.edu.br)

<sup>3</sup>Discente da Universidade Federal do Cariri, Barbalha, Brasil  
(pamela.kessia@aluno.ufca.edu.br)

<sup>4</sup>Docente da Universidade Federal do Cariri, Barbalha, Brasil  
(cristiane.marinho@ufca.edu.br)

**Resumo:** Este estudo analisa o papel da Realidade Virtual (RV) no ensino da anatomia em comparação às peças cadavéricas. Por meio de revisão bibliográfica, observou-se que a RV potencializa o engajamento e a compreensão espacial, sendo eficaz em estruturas apendiculares e ósseas. Contudo, apresenta limitações em cavidades complexas e falta de feedback tátil. Conclui-se que a integração sinérgica entre os métodos digital e tradicional é o caminho mais promissor para a formação médica.

**Palavras-chave:** Anatomia humana; Realidade virtual; Peças cadavéricas; Educação médica; Tecnologia educacional.

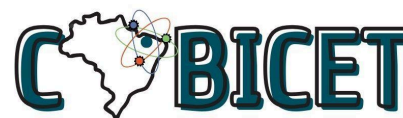
### INTRODUÇÃO

O ensino da anatomia humana fundamenta-se historicamente na utilização de peças cadavéricas, método consolidado pela literatura como a referência principal para a compreensão da tridimensionalidade e das variações biológicas do corpo humano. Nesse sentido, a dissecação e o estudo de prospecções permitem o desenvolvimento de competências espaciais e técnicas que são transferíveis para a prática clínica e cirúrgica. No entanto, a manutenção de laboratórios de anatomia enfrenta desafios globais crescentes, que incluem a escassez de doadores, os elevados custos operacionais de conservação e infraestrutura, além de complexas barreiras éticas, legais e culturais. Em determinados contextos geográficos, como observado em instituições de ensino em Gana e outras regiões da África subsaariana, essas limitações são acentuadas por normas religiosas e culturais que restringem a manipulação de restos mortais, demandando a implementação de metodologias alternativas de ensino (KONEY et al., 2024).

A transição para métodos digitais no ensino da anatomia humana transcende a escolha pedagógica, configurando-se como uma resposta estratégica a uma crise estrutural e global na educação médica. Estudos recentes ressaltam que a manutenção de laboratórios de anatomia tradicionais enfrenta

desafios críticos de sustentabilidade econômica e logística, exacerbados pela necessidade de infraestruturas complexas de exatidão e conservação, o que impulsiona a adoção de simuladores e ferramentas digitais de longo prazo (PAPA et al., 2022). Durante a eclosão da pandemia de COVID-19, o fechamento compulsório de instalações laboratoriais forçou universidades e faculdades de Medicina a migrarem para o ensino remoto, acelerando o debate sobre a possível superação da dissecação cadavérica como instrumento principal de instrução (PAPA et al., 2022). Nesse cenário, a RV e os modelos tridimensionais interativos consolidaram-se como soluções escaláveis e economicamente viáveis, capazes de preencher o "vácuo anatômico" em instituições em expansão ou naquelas que enfrentam a escassez crônica de doadores e crescentes dilemas éticos (WOOD et al., 2025). Diferente dos recursos tradicionais, como os modelos plásticos que permanecem estáticos e limitam a exploração dinâmica de relações espaciais, as ferramentas digitais permitem a visualização de estruturas de qualquer ângulo, incorporando camadas musculares profundas, inervações e funções biológicas em tempo real (WOOD et al., 2025).

Neste contexto de avanço tecnológico, houve a introdução da Realidade Virtual Imersiva (i-VR) e de sistemas de dissecação digital, como a mesa Anatomage, no currículo da Escola de Medicina e



Odontologia da Universidade de Gana. A i-VR caracteriza-se por dispositivos desenvolvidos para o uso na cabeça, que isolam o usuário do ambiente físico e o inserem em um espaço digital tridimensional, permitindo a manipulação e a visualização de modelos anatômicos com alto grau de fidelidade. A aquisição de raciocínio visuoespacial adequado e a apreciação de relações tridimensionais representam desafios significativos no ensino anatômico, especialmente quando dependentes de recursos bidimensionais, como atlas e aulas expositivas. Nesse sentido, a estereopsia (a capacidade de perceber profundidade através da integração de imagens binoculares) surge como um diferencial crítico da i-VR em relação às plataformas digitais convencionais. Teoriza-se que o uso de tecnologias imersivas pode otimizar o engajamento e a formação de mapas mentais, uma vez que a tridimensionalidade virtual permite a manipulação de estruturas em ângulos de difícil visualização em espécimes cadavéricos. Entretanto, a literatura sugere que o processamento visual de objetos (como os membros) e de espaços (como as cavidades) pode ocorrer por vias neurais distintas, o que explicaria a variação na eficácia da i-VR entre diferentes regiões do corpo (AIL et al., 2024).

Nesse contexto, a eficácia da i-VR em comparação ao material cadavérico tem sido objeto de investigação em ensaios clínicos e estudos transversais recentes. Evidências de ensaios de não-inferioridade indicam que a i-VR apresenta resultados equivalentes ao uso de ossos cadavéricos no ensino de anatomia esquelética, especialmente no que tange à identificação de acidentes ósseos e compreensão das articulações dos membros superiores e inferiores (KOUCEKI et al., 2023). Contudo, pesquisas recentes introduzem o conceito de especificidade regional na eficácia da tecnologia. Sob esse viés, dados comparativos demonstram que, embora a RV seja eficaz para o estudo de estruturas apendiculares, sua precisão diminui ao abordar cavidades orgânicas complexas, como o tórax (AIL et al., 2024). Esta disparidade sugere que a percepção de profundidade digital pode não replicar com total acuidade a complexidade das relações espaciais encontradas em cavidades profundas durante a dissecação real.

Outro fator determinante na análise comparativa reside na ausência de feedback tátil nas plataformas virtuais, a incapacidade de replicar a textura, a densidade e a resistência dos tecidos humanos, o que é apontado pela literatura como uma limitação significativa da i-VR para o treinamento procedimental. Além disso, a literatura aponta divergências quanto à retenção do conhecimento a longo prazo. Enquanto alguns estudos mostram paridade imediata nos escores de avaliação entre os

métodos, observa-se uma tendência de declínio na retenção em grupos expostos exclusivamente ao meio virtual em comparação aos grupos que utilizaram material biológico (KOUCEKI et al., 2023).

No que tange à percepção dos estudantes, observa-se uma aceitação elevada das ferramentas digitais devido à portabilidade, à possibilidade de repetição ilimitada e à ausência de exposição a agentes químicos preservantes, como o formaldeído (KONEY et al., 2024). Entretanto, o cadáver permanece sendo valorizado pela sua capacidade de demonstrar a variabilidade biológica real, que muitas vezes é simplificada ou idealizada em modelos computacionais. Portanto, a discussão atual na educação médica não gravita em torno da substituição definitiva do material cadavérico, mas sim em como a integração sinérgica entre a dissecação tradicional e as ferramentas de RV pode otimizar o aprendizado.

O presente trabalho propõe analisar o papel da RV no ensino da anatomia humana, fundamentando-se em uma análise comparativa dentro das esferas da eficácia pedagógica, da aceitação discente e das limitações técnicas desta tecnologia em relação ao uso de peças cadavéricas tradicionais. O objetivo geral é delimitar o potencial da RV como ferramenta de engajamento e compreensão espacial, avaliando sua capacidade de contornar barreiras logísticas, éticas e psicológicas no aprendizado prático.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa, delineada para investigar a convergência entre métodos tradicionais e tecnológicos no ensino anatômico. A busca sistemática foi conduzida em quatro bases de dados científicas indexadas na área da saúde: PubMed (National Library of Medicine), SciELO (Scientific Electronic Library Online), LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde) e BVS (Biblioteca Virtual em Saúde). Para garantir a reprodutibilidade do levantamento, a estratégia de busca no PubMed utilizou termos controlados do vocabulário MeSH (Medical Subject Headings), organizados através de operadores booleanos: ("Anatomy" [Mesh]) AND ("Cadaver" [Mesh] OR "Cadaveric" [Mesh]) AND ("Virtual Reality" [Mesh]). Nas bases SciELO, LILACS e BVS, foram empregados os descritores em língua portuguesa "anatomia", "cadáver" e "realidade virtual".

Os critérios de inclusão foram estabelecidos para selecionar evidências contemporâneas, limitando-se a artigos originais publicados entre 2021 e 2026, nos idiomas português e inglês, com disponibilidade de acesso ao texto integral. Foram excluídos da análise relatos de caso, editoriais, cartas ao editor, estudos

preliminares com amostras reduzidas e artigos que não estabelecessem uma comparação direta entre a RV e o uso de peças cadavéricas.

Inicialmente, foram identificados 13 registros nas bases de dados, dos quais um foi removido por duplicidade. Os 12 trabalhos restantes foram submetidos a uma leitura técnica para verificar a pertinência temática e o rigor metodológico. A seleção final resultou na inclusão de 03 artigos oriundos da busca sistemática, dentre os quais um estudo comparativo por estações na Queen Mary University of London, uma pesquisa transversal na Universidade de Gana e um ensaio clínico randomizado na University of Toronto. Adicionalmente, foram selecionados 04 artigos por meio de busca manual (hand-searching) para subsidiar o desenvolvimento de conceitos teóricos e definições tecnológicas suplementares, totalizando 07 obras analisadas. A análise dos dados foi realizada de forma descritiva, correlacionando o desempenho acadêmico, a satisfação do usuário e as limitações técnicas intrínsecas a cada modalidade.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização da RV demonstrou elevado potencial para potencializar o engajamento discente e a compreensão anatômica espacial, sobretudo quando integrada aos métodos de dissecação convencionais (NEYEM et al., 2024). A tridimensionalidade oferecida pela RV permite que o estudante manipule estruturas em ângulos difíceis de serem visualizados na peça cadavérica, facilitando a construção de uma imagem mental da estrutura estudada.

De acordo com Neyem et al. (2024), a tecnologia possui a capacidade de complementar, ou mesmo substituir, certas limitações dos espécimes físicos por simulações digitais, permitindo uma exploração minuciosa, repetível e isenta de impedimentos logísticos ou éticos. Essa percepção é corroborada pela pesquisa acerca da experiência de estudantes de Medicina na Universidade de Gana ao utilizarem a mesa de dissecação virtual Anatomage, uma mesa eletrônica que permite a representação digital em tamanho real do corpo humano, a visualização, a manipulação e a dissecação virtual. A maioria dos alunos relatou melhora na compreensão da localização e das relações entre estruturas internas, classificando a interface virtual como mais intuitiva que a prática tradicional (NII KONEY-KWAKU KONEY et al., 2024). Tais evidências indicam que a RV pode auxiliar diretamente na consolidação do conteúdo estudado, permitindo que o estudante esquematize mentalmente as relações espaciais antes da prática com a peça cadavérica.

O uso da RV na aprendizagem prática da anatomia também revelou ser uma importante alternativa para estudantes que, por motivos pessoais, psicológicos,

religiosos ou físicos, não se sentem plenamente confortáveis em lidar com cadáveres, especialmente, com a dissecação deles. No estudo de NII KONEY-KWAKU KONEY et al. (2024), dos 297 participantes, 74 alegaram que não estão dispostos a participar de uma dissecação tradicional do corpo humano. A Figura 1 aborda as motivações apontadas.

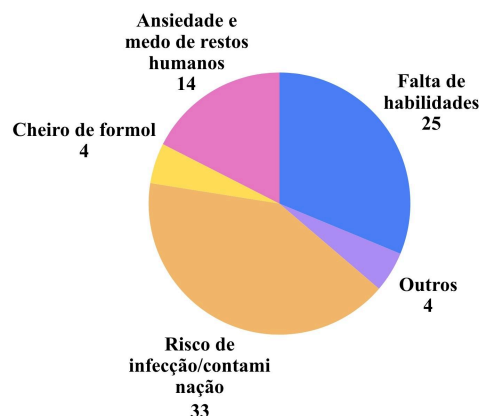


Figura 1. Motivações dos estudantes indispostos a participar de uma dissecação tradicional do corpo humano. (Fonte: Adaptado de NII KONEY-KWAKU KONEY et al., 2024)

Nesse sentido, a prática de dissecação virtual emerge como uma opção útil para preparar os alunos para as adversidades a serem enfrentadas no contato com cadáveres, sejam elas ambientais, como o risco iminente de contaminação, ou pessoais, como o medo, a ansiedade e a sensação de despreparo. Dessa forma, RV deixa de ser apenas um recurso pedagógico auxiliar para se tornar um mecanismo de inclusão ao oferecer um ambiente controlado e psicologicamente seguro para o aprendizado.

Em contrapartida, a eficácia da RV apresenta variações conforme o conteúdo ministrado. A exemplo disso, um estudo com base no ensino da anatomia esquelética para ingressantes do primeiro ano demonstrou que não houve diferença significativa no ganho de conhecimento entre o uso de simulações virtuais ou de ossos cadavéricos (KOUCKEKI et al., 2023).

De forma semelhante, um estudo na Universidade McMaster realizado por Zhang et al. (2025) indicou que a implementação da RV não foi superior às peças físicas para fins avaliativos. Entretanto, ao analisar o aspecto psicamental dos participantes, houve uma diferença considerável entre o método tradicional e o método virtual. Quando os alunos foram questionados sobre suas visões pessoais quanto à facilidade e segurança dos métodos de ensino, tornou-se claro que existe uma grande diferença entre o uso de ferramentas digitais e materiais físicos tradicionais, a qual favorecia o tradicionalismo. As

informações coletadas mostram que os alunos geralmente preferem e se sentem mais seguros com recursos físicos. Isso sugere que a natureza prática e familiar dos métodos tradicionais ainda possui mais apelo do que a tecnologia quando se trata de avaliações. A Tabela 1 detalha os números referentes à facilidade de uso de cada formato.

Tabela 1. Comparação de Preferências e Experiência do Usuário entre as Modalidades.

| Declaração                                             | RV  | Peça física | Outro |
|--------------------------------------------------------|-----|-------------|-------|
| Preferência por responder perguntas neste formato.     | 21  | 87          | 3     |
| Maior confiança ao responder perguntas neste formato.  | 16  | 70          | 1     |
| Formato considerado muito difícil de usar.             | 103 | 9           | 1     |
| Maior facilidade em relembrar informações conhecidas.  | 20  | 68          | 2     |
| Muita dificuldade em relembrar informações conhecidas. | 77  | 23          | 3     |
| Maior facilidade de compreensão                        | 18  | 90          | 1     |

através do texto.

Fonte: Adaptado de Zhang et al. (2025).

Evidencia-se que, embora a RV seja apresentada como um mecanismo de inclusão pedagógica ao contornar barreiras éticas e psicológicas relacionadas à dissecação, os dados revelam um paradoxo de exclusão tecnológica. O fato de uma parcela expressiva de alunos (n=103) classificar a interface como “muito difícil de usar” indica que a barreira da literacia digital pode anular os ganhos de acessibilidade psicológica. Para que a inclusão seja efetiva e não apenas teórica, a implementação da RV não deve ser apenas uma oferta de ferramenta, mas sim um processo estruturado que inclua treinamento prévio obrigatório. Sem esse nivelamento técnico, a tecnologia deixa de ser uma facilitadora para se tornar uma nova camada de exclusão cognitiva, prejudicando estudantes com menor familiaridade digital.

Além disso, a implementação da RV no ensino anatômico apresenta barreiras fisiológicas que não devem ser menosprezadas. O mesmo estudo de Zhang et al. (2025) destacou a ocorrência de cybersickness (enjoo cibernético), cuja definição consiste em uma sensação semelhante à cinetose que ocorre durante o uso de tecnologias virtuais, com sintomas que tendem a se agravar após 10 minutos de exposição. Apesar disso, o impacto nas avaliações foi mitigado pelo tempo médio de permanência na plataforma, limitado a seis minutos. Então, é cabível dizer que o uso prolongado da RV pode ocasionar fenômenos desagradáveis, portanto, o tempo de exposição dos estudantes deve ser restringido, a fim de obter melhores resultados sem a manifestação de sintomas físicos desagradáveis.

Ademais, a RV ainda exhibe barreiras notórias à plena aprendizagem, tais como a carência de realismo biológico, falhas técnicas e a dificuldade de acesso ainda são pertinentes (NII KONEY-KWAKU KONEY et al., 2024). Tais limitações tornam-se evidentes no desempenho prático: em aulas por estações, alunos que utilizaram peças cadavéricas obtiveram notas significativamente superiores aos do grupo de RV, especialmente no domínio da anatomia torácica, a qual conta com uma riqueza de camadas e detalhes difíceis de serem reproduzidos digitalmente (GEETIKA AIL et al., 2024).

De fato, a RV surge como uma solução inovadora para os desafios logísticos e éticos na educação médica atual. Com o aumento expressivo das faculdades de Medicina e a escassez de corpos para estudo, a manutenção do estudo baseado somente no uso de espécimes cadavéricos tornou-se praticamente





inaplicável. Nesse contexto, a RV se apresenta como uma facilitadora, contornando esses obstáculos ao oferecer um modelo de ensino economicamente viável a longo prazo. Adicionalmente, a integração dessas plataformas digitais pode aprimorar consideravelmente a proficiência tecnológica dos estudantes. Ao se familiarizarem com interfaces digitais e sistemas tridimensionais, os alunos adquirem competências necessárias para o atual mercado de trabalho, cada vez mais dominado pela robotização.

No entanto, essa transição não está isenta de desafios. A literatura recente indicou que o "receio tecnológico" é bastante prevalente, particularmente em áreas onde o acesso a tecnologias avançadas tem sido historicamente desigual. Estudantes com menores competências de literacia digital podem ter dificuldades significativas ao utilizar a RV, transformando uma ferramenta destinada a melhorar a aprendizagem numa barreira para o processo educativo. Além disso, a RV, sendo um sistema virtual, é suscetível a limitações digitais inerentes, tais como falhas de sistema ("bugs") que podem interromper a aprendizagem e levar à frustração dos estudantes.

No contexto da formação médica humanística, a RV pode representar um obstáculo significativo. A experiência prática com cadáveres, especialmente nas fases iniciais do curso, coloca o aluno frente à realidade da morte humana e à discussão sobre respeito, ética e empatia que uma simulação digital jamais conseguirá proporcionar totalmente. A substituição completa do uso de corpos reais poderia fortalecer a noção de que o corpo humano é meramente um objeto gráfico, desprovido de emoções, sentimentos ou experiências pessoais.

Todavia, a RV, ao ser utilizada em conjunto com a metodologia tradicional, reforça a compreensão espacial dos sistemas anatômicos e permite repetições sem desgaste do material biológico, enquanto o contato com o cadáver preservaria a formação humanizada dos discentes. Assim, o equilíbrio entre a anatomia real e a alta tecnologia da RV aparenta ser um caminho mais promissor para a formação de médicos tecnicamente proficientes e emocionalmente preparados.

### CONCLUSÃO

A análise comparativa entre a utilização de peças cadavéricas e as plataformas de RV revela que a transição paradigmática no ensino da anatomia não deve ser compreendida como uma substituição excludente, mas como uma integração sinérgica necessária. Os dados demonstram que, embora a RV apresente uma eficácia notável na compreensão de estruturas esqueléticas e apendiculares devido à estereopsia e à capacidade de manipulação

tridimensional, o material cadavérico permanece insubstituível no que tange à demonstração da variabilidade biológica real e ao fornecimento de feedback tátil essencial para a memória procedimental e o treinamento cirúrgico.

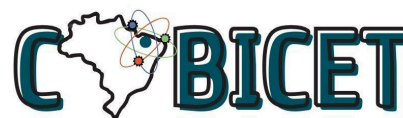
Ademais, este estudo evidencia que a implementação de tecnologias como a mesa Anatomage e a i-VR atua como um importante mecanismo de inclusão pedagógica. Ao oferecer um ambiente controlado, estéril e psicologicamente seguro, tais ferramentas permitem que estudantes com restrições éticas, religiosas ou barreiras psicológicas em relação à dissecação mantenham a progressão do seu aprendizado sem prejuízos técnicos imediatos. Contudo, é imperativo considerar que a literacia digital e o fenômeno do cybersickness são fatores limitantes que podem transformar a tecnologia em uma barreira cognitiva caso o tempo de exposição e a curva de aprendizado da interface não sejam devidamente monitorados.

Do ponto de vista humanístico, a manutenção do contacto com o cadáver nas fases iniciais da formação médica é fundamental para o desenvolvimento da empatia, do respeito e da compreensão ética da finitude humana. A digitalização completa do corpo corre o risco de desumanizar o objeto de estudo, tratando-o meramente como um modelo gráfico idealizado. Portanto, conclui-se que o modelo híbrido é o mais robusto, contudo, sua eficácia depende da mitigação do "receio tecnológico". É imprescindível que as instituições de ensino, ao adotarem sistemas como a mesa Anatomage ou i-VR, instituem protocolos de capacitação digital mandatória antes das sessões práticas. Essa medida visa garantir que a curva de aprendizado da interface não se sobreponha ao aprendizado da anatomia, assegurando que o potencial inclusivo da ferramenta seja democratizado entre todos os perfis de literacia digital.

Por fim, ressalta-se a necessidade de novos estudos primários que avaliem a retenção do conhecimento a longo prazo (superior a seis meses) e o impacto real da formação baseada exclusivamente em RV no desempenho de procedimentos cirúrgicos em ambiente clínico. A continuidade desta investigação é vital para que as instituições de ensino, como a Universidade Federal do Cariri, possam planejar investimentos em infraestrutura tecnológica que potencialize, e não apenas substitua, o ensino anatômico tradicional.

### AGRADECIMENTOS

Os autores expressam sua profunda gratidão à Profa. Dra. Cristiane Marinho Uchôa Lopes, docente de Anatomia Humana do curso de Medicina da Universidade Federal do Cariri (UFCA), por sua



orientação técnica imprescindível e pelo incentivo constante à pesquisa acadêmica de rigor. Agradecemos igualmente aos professores João Ananias Machado Filho e Francisco Henrique Peixoto da Silva, orientadores da Monitoria de Anatomia da UFCA, pelo suporte especializado e pela condução exemplar das atividades acadêmicas. Estendemos nosso reconhecimento à Monitoria de Anatomia da UFCA pelo suporte logístico e pelo ambiente de troca de saberes que possibilitou o desenvolvimento deste estudo. Por fim, agradecemos à instituição por prover a infraestrutura necessária para a nossa formação médica e científica, e a todos os colegas que, de forma direta ou indireta, contribuíram com discussões críticas que refinaram a análise comparativa aqui apresentada.

#### REFERÊNCIAS

- GEETIKA AIL et al. A comparison of virtual reality anatomy models to dissections in station-based anatomy teaching. *Anatomical sciences education*, v. 17, n. 4, p. 763-769, 7 abr. 2024.
- KOUCHEKI, R. et al. Immersive Virtual Reality and Cadaveric Bone are Equally Effective in Skeletal Anatomy Education: A Randomized Crossover Noninferiority Trial. *Journal of surgical education*, v. 80, n. 7, p. 1028–1038, jul. 2023.
- NEYEM, A. et al. Enhancing medical anatomy education with the integration of virtual reality into traditional lab settings. *Clinical Anatomy*, v. 38, n. 3, p. 249-268, 8 set. 2024.
- NII KONEY-KWAKU KONEY et al. Anatomage virtual dissection versus traditional human body dissection in anatomy pedagogy: insights from Ghanaian medical students. *BMC Medical Education*, v. 24, n. 1, p. 1059, 27 set. 2024.
- PAPA, V. et al. One year of anatomy teaching and learning in the outbreak: Has the Covid-19 pandemic marked the end of a century-old practice? A systematic review. *Anatomical Sciences Education*, v. 15, n. 2, p. 261-280, 2022.
- WOOD, K. N. et al. Analyzing the use of digital and physical anatomical teaching models in anatomy training. *Advances in Physiology Education*, v. 49, n. 1, p. 572-581, 2025.
- ZHANG, Y. et al. A preliminary comparison of bellringer performance across three visual modalities for the assessment of anatomy knowledge. *Anatomical Sciences Education*, v. 19, n. 1, p. 72–84, 26 out. 2025.