

Validação de um atlas virtual para ensino e aprendizagem de histologia: um estudo metodológico

Validation of a virtual atlas for the teaching and learning of histology: a methodological study

Davide Carlos Joaquim ¹		davide.joaquim@uece.br
Ismael Pordeus Bezerra Furtado ¹		ismael@virtual.ufc.br
Márcia Rodrigues Payeras ²		marcia.payeras@pucrs.br
Ana Paula Franco Lambert ²		analambert@gmail.com
Ana Caroline Rocha de Melo Leite ³		acarolmelo@unilab.edu.br
Virgínia Cláudia Carneiro Girão-Carmona ¹		virginia.girao@ufc.br

RESUMO

Introdução: A utilização de tecnologias inovadoras pode promover uma atualização metodológica do ensino de histologia em cursos de graduação da área de saúde, como Medicina, Odontologia, Farmácia, Enfermagem e Veterinária. Para adoção desses recursos, é imprescindível avaliar a confiabilidade do seu conteúdo e a viabilidade técnica.

Objetivo: Este estudo teve como objetivo validar o conteúdo e a técnica de um atlas de microscopia virtual para ensino de histologia nos cursos de graduação em Medicina, Odontologia, Farmácia, Fisioterapia e Enfermagem.

Método: Trata-se de um estudo metodológico, realizado no período de junho de 2021 a abril de 2022, com especialistas nas áreas de ciências morfofuncionais e tecnologia da informação. Foram utilizados critérios adaptados de Fehring para a seleção dos especialistas e um questionário detalhado no processo de validação proposto. A análise incluiu estatística descritiva, Índice de Validade de Conteúdo e teste binomial para determinar a concordância entre os especialistas.

Resultado: Vinte e dois especialistas, dos quais 11 eram da área de ciências morfofuncionais e 11 da área de tecnologia da informação, contribuíram para este estudo. Os resultados demonstraram Índices de Validade de Conteúdo de 0,85 e de Técnica de 0,91, indicando uma forte validação da tecnologia digital estudada. O teste binomial confirmou a alta concordância entre os especialistas, com valores superiores a 0,80 em diversos aspectos, como conteúdo, atratividade e facilidade de acesso e manuseio.

Conclusão: Este estudo validou efetivamente o conteúdo e a técnica do atlas virtual, confirmando que essa ferramenta digital é confiável e viável. O processo de validação facilita a adoção dessa tecnologia educacional, promovendo uma aprendizagem mais dinâmica e interativa.

Palavras-chave: Histologia; Atlas; Tecnologia Digital; Estudos de Validação.

ABSTRACT

Introduction: The use of innovative technologies can enhance and promote a methodological update in the teaching of Histology in undergraduate courses in the health area, including Medicine, Dentistry, Pharmacy, Nursing and Veterinary Medicine. For the adoption of these resources, it is essential to evaluate the reliability of their content and technical feasibility.

Objective: To validate the content and technique of a virtual microscopy atlas for Histology teaching in undergraduate courses in Medicine, Dentistry, Pharmacy, Physiotherapy and Nursing.

Methods: This was a methodological study conducted from June 2021 to April 2022, involving experts from the areas of Morphofunctional Sciences and Information Technologies. Criteria adapted from Fehring were used for the selection of experts, and a detailed questionnaire was utilized in the proposed validation process. The analysis included descriptive statistics, Content Validity Index, and binomial test to determine agreement among the experts.

Results: Twenty-two experts participated, with eleven from the field of Morphofunctional Sciences and eleven from the field of Information Technology. The study results showed Content Validity Indices of 0.85 and Technique indices of 0.91, indicating strong validation of the digital technology studied. The binomial test confirmed high agreement among the judges, with values above 0.80 in various aspects such as content, attractiveness, and ease of access and handling.

Conclusion: This study effectively validated the content and technique of the virtual atlas, confirming that this digital tool is reliable and viable. The validation process facilitates the adoption of this educational technology, promoting more dynamic and interactive learning.

Keywords: Histology; Atlas; Digital technology; Validation study.

¹ Programa de Pós-graduação em Ciências Morfofuncionais. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

² Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, Ceará, Brasil.

Editora-chefe: Rosiane Viana Zuza Diniz.

Editora associada: Izabel Coelho.

Recebido em 12/12/23; Aceito em 30/06/25.

Avaliado pelo processo de double blind review.

INTRODUÇÃO

A histologia – estudo microscópico de células, tecidos e órgãos – é uma disciplina fundamental nos cursos iniciais de saúde e Ciências Biológicas¹. Seu ensino visa proporcionar conhecimentos morfológicos e fisiológicos essenciais sobre os órgãos e sistemas do organismo². Esse conteúdo é fundamental e indispensável para entender outras áreas da ciência, como fisiologia, patologia, bioquímica e farmacologia^{1,3}. Com essas disciplinas, a histologia favorece o desenvolvimento do raciocínio clínico para o diagnóstico e tratamento de doenças^{1,2,4}.

Desde o seu estabelecimento como uma área de pesquisa e disciplina educacional independente da anatomia, a histologia tem sido tradicionalmente ensinada com a utilização de lâminas de vidro com amostras de tecido, visualizadas em microscópios ópticos^{5,6}. A microscopia óptica tradicional (MT) continua sendo a principal metodologia empregada para o ensino e o estudo da histologia nos cursos de Medicina, Odontologia, Farmácia, Fisioterapia e Enfermagem, especialmente em países menos desenvolvidos. Por meio da MT, os estudantes podem observar a composição celular e a matriz extracelular dos tecidos e órgãos, discernir as variações sutis nas características dos tecidos e integrar essas observações às funções dos órgãos e sistemas^{2,7,8}.

A introdução de computadores, internet, equipamento para escaneamento de lâminas (capazes de digitalizar completamente as amostras em lâminas de vidro) e aplicativos de visualização revolucionou o ensino de histologia. Esses avanços permitiram o surgimento de tecnologias digitais que ampliam e diversificam métodos pedagógicos e estilos de aprendizagem⁹. Com esses recursos digitais, as metodologias de ensino e aprendizagem de histologia evoluíram de um método tradicional – uma aula expositiva seguida por atividades práticas em laboratório e centrada em materiais impressos e MT – para uma abordagem mais flexível e colaborativa. Essa nova perspectiva facilita o acesso ao conteúdo em qualquer tempo e lugar^{3,10}, correspondendo às expectativas da geração atual de estudantes, que valoriza a criação de conteúdo, a interatividade e o compartilhamento de informações por meios eletrônicos^{1,10}.

Entre as inovações tecnológicas aplicáveis ao ensino de histologia, destaca-se o atlas virtual. Essa ferramenta computacional, desenvolvida com base em conceitos de computação gráfica, como a captura e o processamento de imagens e realidade virtual, disponibiliza objetos tridimensionais para o estudo de um ou mais elementos¹¹. O uso do atlas virtual permite uma redução significativa no tempo de atividades de laboratório e facilita a apresentação de uma mesma imagem a um grupo maior de estudantes. Além disso, contribui para discussões em grupo, geralmente dificultadas pelo isolamento típico do uso da MT¹².

Contudo, apesar da importância das tecnologias digitais para o ensino e a aprendizagem de histologia, a produção acadêmica nessa área é escassa. Uma revisão integrativa da literatura, realizada em cinco bases de dados, não encontrou nenhum artigo nacional sobre o desenvolvimento e a validação de tecnologias digitais, incluindo o atlas virtual¹³. Esse achado evidencia uma lacuna no conhecimento e justifica a realização deste estudo. Além disso, para que uma tecnologia educacional seja eficaz, ela precisa ser validada como uma ferramenta científica¹⁴. Assim, o objetivo deste estudo foi realizar a validação de conteúdo e técnica de um atlas virtual para o ensino de histologia nos cursos de graduação em Medicina, Odontologia, Farmácia, Fisioterapia e Enfermagem.

MÉTODO

Este estudo metodológico, de caráter quantitativo, foi realizado entre junho de 2021 e abril de 2022. Consistiu na validação de conteúdo e técnica do *Atlas de histologia em cores* da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), elaborado pelos autores, utilizando uma abordagem sistematizada de avaliação por parte de especialistas. Os avaliadores possuíam *expertise* nas ciências morfofuncionais e em tecnologia da informação, garantindo uma análise rigorosa e multidisciplinar do material didático em questão.

Essa tecnologia representa uma ferramenta de aprendizado baseada na *web*, desenvolvida com o propósito específico de facilitar o estudo dos tecidos básicos e da gametogênese. A seleção dos conteúdos foi estrategicamente baseada nos temas mais frequentemente abordados em sala de aula, visando otimizar a relevância e a aplicabilidade do recurso educacional em todos os cursos de graduação da área de saúde.

O *Atlas de histologia em cores* da PUCRS é um recurso educacional disponível em formato digital (<https://editora.pucrs.br/edipucrs/acessolivre/livros/atlas-de-histologia/>) e de acesso aberto, permitindo seu uso irrestrito por qualquer usuário. O material pode ser acessado diretamente, via navegador, sem a necessidade de *softwares* específicos, garantindo compatibilidade com diferentes dispositivos e sistemas operacionais. Sua estrutura é interativa e intuitiva, facilitando a navegação pelos conteúdos. A página inicial apresenta uma lista de tecidos que permite acesso direto aos tópicos abordados, organizados em seções, como “Tecido epitelial”, “Tecidos conjuntivos”, “Tecido muscular”, “Tecido nervoso” e “Gametogênese”.

O atlas disponibiliza imagens com estruturas histológicas de origem animal destacadas, textos descritivos breves e ícones interativos, facilitando a construção autônoma do conhecimento conforme a teoria construtivista proposta

por Jean Piaget. Nesse contexto teórico, o estudante assume o papel de construtor do próprio conhecimento ao exercer autonomia no processo educacional e interagir com seus pares e com o ambiente virtual, de modo a contribuir para o próprio desenvolvimento intelectual¹⁵. A Figura 1 exemplifica uma micrografia disponibilizada no atlas.

O número de especialistas necessário para validação do atlas foi determinado utilizando a fórmula $n = Z\alpha^2 \cdot P \cdot (1-P) / d^2$, na qual $Z\alpha$ corresponde ao nível de confiança escolhido (95%), P é a proporção mínima de indivíduos que concordam com a relevância dos componentes do álbum seriado (85%) e d é a margem de erro aceitável (15%)¹⁶. Com base nesse cálculo ($n = 1,96^2 \cdot 0,85 \cdot 0,15 / 0,15^2$), obteve-se um valor de 21,76 especialistas. Esse número foi arredondado para 22, sendo 11 especialistas designados para a validação do conteúdo e 11 especialistas para a validação técnica.

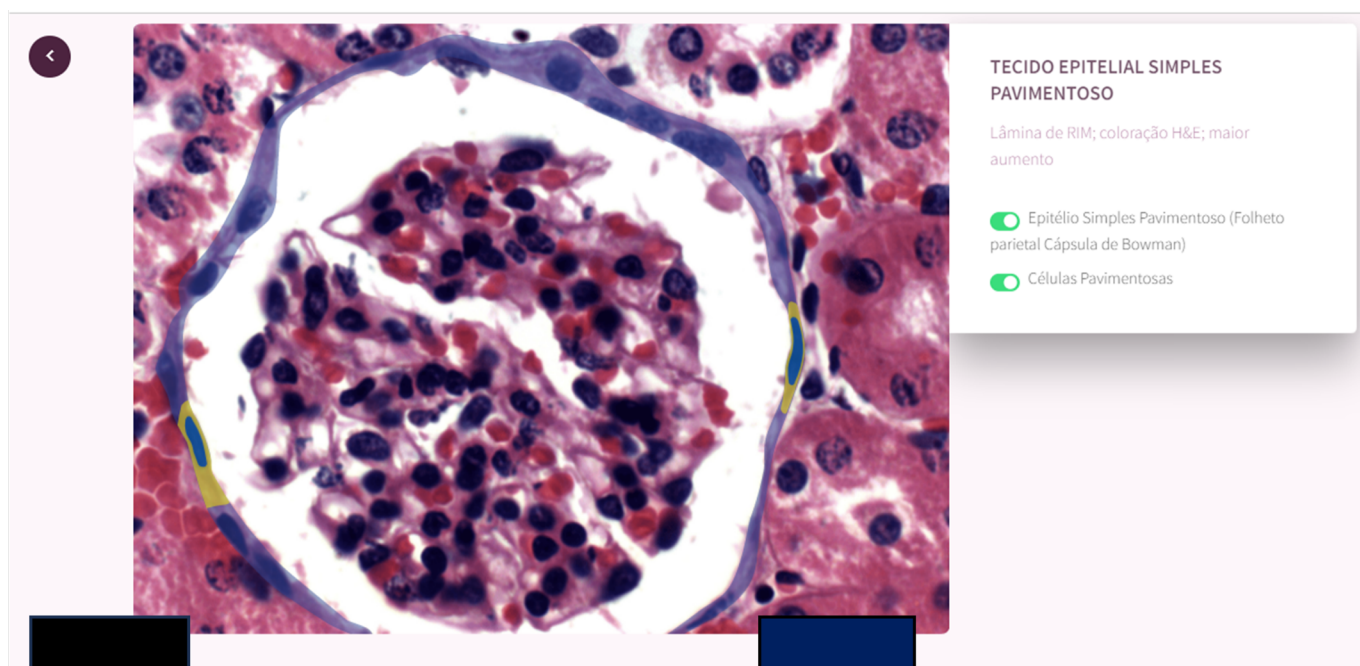
Para a seleção de especialistas, utilizou-se a Plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com os seguintes descritores: “tese”, “dissertação”, “histologia”, “tecnologia da informação” e “atlas virtual”. Para a seleção e a inclusão dos especialistas, adotou-se um modelo adaptado de Fehring¹⁷, o qual recomenda seguir estes critérios: título de mestre ou doutor, publicação, experiência de pelo menos um ano ou especialização na área. Os critérios de pontuação exigiam que cada especialista atingisse um mínimo de três pontos, distribuídos da seguinte maneira: quatro pontos para professores doutores nas áreas de ciências morfofuncionais/tecnologia da informação, três

pontos para professores mestres nessas áreas, dois pontos para publicações em periódicos indexados relacionados à temática do estudo e para especialização na área temática, e um ponto para graduação nas áreas específicas (saúde e mídia digitais ou tecnologia da informação).

Cada especialista selecionado foi formalmente convidado por meio eletrônico, que incluía uma apresentação da equipe responsável pelo projeto e orientações detalhadas sobre o estudo. Após concordar em participar, o especialista recebeu, também por *e-mail*, um *link* para um formulário hospedado no Google Docs contendo o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e um questionário adaptado do estudo de Pereira et al.¹⁸. A primeira parte do questionário visava caracterizar os especialistas, em termos sociais (sexo e idade) e acadêmicos/profissionais (curso de graduação, tempo de formação, especialização, mestrado, doutorado, ocupação atual, área de atuação e experiência com a temática), enquanto a segunda parte continha afirmativas referentes ao atlas, que foi disponibilizado por meio de um *link* anexo. É importante mencionar que as instruções necessárias para a avaliação do atlas foram igualmente fornecidas aos participantes.

Especialistas na área de ciências morfofuncionais avaliaram o atlas considerando os seguintes critérios: objetivo da proposta, facilidade de aprendizagem, forma de suporte, conteúdo e atratividade. A avaliação utilizou a escala Likert, com as seguintes pontuações: 1 – “discordo fortemente”, 2 – “discordo”, 3 – “neutro”, 4 – “concordo” e 5 – “concordo fortemente”. Da mesma forma, especialistas em tecnologia da

Figura 1. Fotomicrografia destacando o tecido epitelial simples pavimentoso. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2022.



Fonte: Disponível em: <https://editora.pucrs.br/edipucrs/acessolivre/livros/atlas-de-histologia/tecido-epitelial-simples.html#pavimentoso>

informação examinaram o atlas, aplicando a mesma escala, mas com foco na facilidade de acesso, linguagem, recursos utilizados, interface, facilidade de manuseio e suporte. A todos os especialistas foi concedido um prazo inicial de 30 dias para a devolução do instrumento de avaliação, prorrogável por mais 30 dias em caso de não cumprimento. Especialistas que não responderam dentro de um período de 60 dias ou que enviaram o questionário com informações incompletas foram excluídos do estudo.

Para a organização dos dados coletados, utilizou-se o Microsoft Excel for Windows, versão 13. Realizou-se a análise descritiva das variáveis categóricas, resultando nas frequências absolutas e relativas. As variáveis numéricas foram analisadas por meio de medidas de tendência central e dispersão. Na validação dos dados, aplicou-se o Índice de Validade de Conteúdo (IVC), que foi calculado de duas maneiras distintas: o *Item-Level Content Validity Index* (I-CVI)¹⁹, que avalia a proporção de concordância dos especialistas em relação a cada item, e o *Scale-Level Content Validity Index* (S-CVI), que é a média dos I-CVI calculados para todos os itens.

De acordo com a literatura sobre estudos de validação que envolvem mais de seis especialistas²⁰, um item com valor superior a 0,78 é considerado aprovado. Para avaliar a proporção de concordância entre os especialistas, empregou-se o teste binomial com o *software* R, versão 4.1.2. Uma proporção de concordância igual ou superior a 0,80 foi considerada estatisticamente significativa, adotando-se um nível de significância de 5%¹⁹.

O presente estudo recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará (UFC): CAEE nº 40716820.3.1001.5054 e Parecer nº 4.566.045. Todos os procedimentos realizados estiveram em conformidade com os princípios éticos estabelecidos pela Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

RESULTADOS

No perfil dos especialistas da área de ciências morfofuncionais envolvidos no estudo, a maioria era composta de mulheres e possuía idade igual ou inferior a 40 anos, com uma média de 38,5 ($\pm$ 6,74) anos. Menos da metade dos participantes possuía formação em Biologia, com um tempo médio de graduação de 14,4 ($\pm$ 7,47) anos. Quanto às titulações, alguns possuíam especialização, e grande parte tinha mestrado ou doutorado. Todos os especialistas atuavam como docentes. Na área de atuação profissional, uma parte desempenhava funções como professores de histologia e embriologia. No que se refere ao tempo de experiência com a temática do atlas, mais da metade possuía mais de dez anos de experiência, com uma média de 12,8 ($\pm$ 7,94) anos (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização dos especialistas da área de ciências morfofuncionais.

Variáveis	n	%
Sexo		
Feminino	8	72,72
Masculino	3	27,27
Idade		
≤ 40 anos	7	63,63
> 40 anos	4	36,36
Curso de graduação		
Medicina	1	9,09
Odontologia	2	18,18
Ciências Biológicas	5	45,45
Medicina Veterinária	1	9,09
Biomedicina	1	9,09
Nutrição	1	9,09
Tempo de formação		
≤ 10 anos	3	27,27
> 10 anos	8	72,72
Especialização?		
Sim	4	36,36
Não	7	63,63
Mestrado?		
Sim	10	90,90
Não	1	9,09
Doutorado?		
Sim	9	81,81
Não	2	18,18
Ocupação atual		
Docente	11	100
Área de atuação		
Patologia cirúrgica	1	9,09
Histologia	1	9,09
Histologia e embriologia	4	36,36
Histopatologia	2	18,18
Biologia celular e histologia	1	9,09
Embriologia e toxicologia do desenvolvimento	1	9,09
Biotecnologia	1	9,09
Experiência com a temática		
≤ 10 anos	5	45,45
> 10 anos	6	54,54

Fonte: Elaborada pelos autores.

Entre os especialistas na área de tecnologia da informação, uma parcela considerável era do sexo masculino. A maioria dos especialistas tinha mais de 40 anos, com uma média de idade de 42 ($\pm 7,31$) anos. Em relação à formação acadêmica, aproximadamente metade era graduada em Ciências da Computação, com um tempo médio de formação de 20 ($\pm 6,03$) anos. No que se refere à titulação, pouco mais da metade não possuía especialização, enquanto uma parcela expressiva era composta de mestres ou doutores. Profissionalmente, quase todos atuavam como docentes em suas respectivas áreas de formação. Quanto à experiência com plataformas digitais semelhantes à deste estudo, cerca de 80% possuíam mais de dez anos de experiência, com uma média de 15,7 ($\pm 5,71$) anos (Tabela 2).

Na avaliação do questionário sobre o *Atlas de histologia em cores* da PUCRS, realizada pelos especialistas em ciências morfofuncionais, 90,9% consideraram a proposta do atlas adequada, e 100% concordaram que a ferramenta pode auxiliar o estudo de histologia de maneira eficaz e não exaustiva. Em relação ao conteúdo, 90,9% dos avaliadores reconheceram que o atlas está alinhado aos conteúdos tradicionalmente abordados na disciplina, enquanto 100% afirmaram que ele é atrativo para os estudantes (Tabela 3).

Em relação ao IVC, duas questões não alcançaram a concordância considerada ideal para este estudo, especificamente nas áreas de “facilidade da aprendizagem dos conceitos e suas aplicações” e “capacidade de fornecer ajuda de forma completa”. O IVC médio registrado foi de 0,85. No teste binomial, verificou-se uma concordância estatisticamente significativa superior a 0,80 nos seguintes itens: proposta do atlas ($p = 0,914$), suporte ao estudo de histologia de forma não exaustiva ($p = 1,00$), adequação do conteúdo ($p = 0,914$) e atratividade do material ($p = 1,00$) (Tabela 3).

Na avaliação realizada pelos especialistas da área de tecnologia da informação, um percentual elevado afirmou que o atlas é de fácil acesso, e todos o consideraram compreensível. Em relação aos recursos utilizados no atlas, a totalidade dos especialistas atestou que foram adequadamente implementados, e a maior parte avaliou a interface como atraente. Quanto ao manuseio, todos os especialistas destacaram a facilidade de uso, e um número significativo reconheceu que o atlas facilita o estudo de histologia de maneira não exaustiva (Tabela 4).

Em relação ao IVC, todas as questões avaliadas, exceto a que indaga se os “recursos utilizados no atlas virtual são realizados de forma abrangente”, apresentaram valores de concordância superiores a 0,78, com um IVC médio de 0,91. O teste binomial evidenciou concordância estatisticamente superior a 0,80 em diversos aspectos: facilidade de acesso ($p = 0,914$), compreensão

Tabela 2. Caracterização dos especialistas da área de tecnologia da informação.

Variáveis	N	%
<i>Sexo</i>		
Feminino	3	27,27
Masculino	8	72,72
<i>Idade</i>		
≤ 40 anos	4	36,36
> 40 anos	7	63,63
<i>Curso de graduação</i>		
Ciência de Computação	6	54,54
Tecnologia em Informática com Habilitação em Sistemas de Informação	2	18,18
Comunicação Social – Publicidade e Propaganda	2	18,18
Engenharia Mecânica	1	9,09
<i>Tempo de formação</i>		
≤ 10 anos	-	-
> 10 anos	11	100
<i>Especialização?</i>		
Sim	5	45,45
Não	6	54,54
<i>Mestrado?</i>		
Sim	11	100
Não	-	-
<i>Doutorado?</i>		
Sim	8	72,72
Não	3	27,27
<i>Ocupação atual</i>		
Docente	11	100
<i>Área de atuação</i>		
Computação	6	54,54
Design gráfico	1	9,09
Design user experience e interfaces	1	9,09
Educação a distância em saúde	1	9,09
Multimídia	1	9,09
Informática	1	9,09
<i>Experiência com a temática</i>		
≤ 10 anos	2	18,18
> 10 anos	9	81,81

Fonte: Elaborada pelos autores.

do conteúdo ($p = 1,00$), adequação na realização dos recursos ($p = 1,00$), atratividade da interface ($p = 0,914$), facilidade de manuseio ($p = 1,00$) e auxílio no estudo de histologia de forma não exaustiva ($p = 0,914$) (Tabela 4).

Tabela 3. Avaliação dos especialistas da área de ciências morfofuncionais acerca do atlas virtual para o ensino e a aprendizagem de histologia

Itens	DF	D	N	C	CF	I-VCI ^a	Valor de p [*]
O atlas virtual é apropriado para a proposta a que se destina.	0	0	1	3	7	0,90	0,914
O atlas virtual facilita a aprendizagem dos conceitos usados e suas aplicações.	0	1	2	4	4	0,72	0,382
O atlas virtual fornece ajuda de forma completa.	0	3	1	3	4	0,63	0,161
O atlas virtual proporciona ajuda no estudo de histologia de forma não cansativa.	0	0	0	3	8	1,00	1,000
O conteúdo do atlas virtual corresponde ao conteúdo presente na literatura em histologia	0	1	0	4	6	0,90	0,914
O atlas virtual é atrativo para estudantes de histologia	0	0	0	3	8	1,00	1,000
S-VCI	0,85						

DF: discordo fortemente; D: discordo; N: neutro; C: concordo; CF: concordo fortemente; I-VCI: *Item-Level Content Validity Index*; S-VCI: *Scale-Level Content Validity Index*.

^a Calculado com base no quantitativo de especialistas que concordaram ou concordaram fortemente.

^{*} Teste binomial.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 4. Avaliação dos especialistas da área de tecnologia da informação acerca do atlas virtual para o ensino e a aprendizagem de histologia.

Itens	DF	D	N	C	CF	I-VCI ^b	Valor de p [*]
O atlas virtual é de fácil acesso.	0	0	1	4	6	0,90	0,914
A linguagem utilizada no atlas virtual é de fácil compreensão.	0	0	0	4	7	1,00	1,000
Os recursos utilizados no atlas virtual estão feitos corretamente.	0	0	0	6	5	1,00	1,000
Os recursos utilizados no atlas virtual são realizados de forma abrangente ^a .	0	0	3	4	4	0,72	0,382
A interface do atlas é atraente.	0	0	1	3	7	0,90	0,914
O atlas virtual é de fácil manuseio.	0	0	0	5	6	1,00	1,000
O atlas virtual proporciona ajuda no estudo de histologia de forma não cansativa.	0	0	1	4	6	0,90	0,914
S-VCI	0,91						

DF: discordo fortemente; D: discordo; N: neutro; C: concordo; CF: concordo fortemente; I-VCI: *Item-Level Content Validity Index*; S-VCI: *Scale-Level Content Validity Index*.

^a Plena ou total.

^b Calculado com base no quantitativo de especialistas que concordaram ou concordaram fortemente.

^{*} Teste binomial.

Fonte: Elaborada pelos autores.

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo revelaram um predomínio de mulheres no perfil dos especialistas da área de ciências morfofuncionais, com uma média de idade de 38,5 ($\pm 6,74$) anos. Esses achados estão em consonância com o estudo de Santos et al.²¹ que também identificou uma predominância feminina significativa na amostra, especialmente na faixa etária de 30 a 34 anos. Entre as possíveis explicações para essa tendência, Souza et al.²² ressaltam o aumento expressivo da inserção de mulheres jovens no mercado de trabalho. Além disso, Santos et al.²¹ sugerem que a maior participação feminina nos cursos da área da saúde pode contribuir para essa predominância.

A presença significativa de biólogos entre os especialistas pode estar relacionada ao fato de que a histologia, um ramo da biologia, dedica-se ao estudo anatomofuncional de células, tecidos e órgãos³. A média de tempo de formação dos especialistas (14 anos), com uma prevalência de especialistas que possuem mestrado e doutorado, é considerada fundamental nos estudos de validação de tecnologias educacionais. Esses achados contribuíram para a qualidade das análises realizadas. Com uma experiência média de 12 anos na área, os educadores oferecem uma perspectiva pedagógica aprofundada, vital para o desenvolvimento efetivo de recursos educacionais digitais²³.

Por outro lado, a maior participação do sexo masculino entre especialistas em tecnologia da informação corresponde às expectativas, dado que a literatura indica uma predominância masculina nessa área²⁴. Além disso, o desenvolvimento de ferramentas digitais que envolvem conceitos de computação gráfica e processamento de imagem¹¹ é mais frequentemente conduzido por profissionais da área de ciências da computação, na qual os homens ainda são maioria. O tempo médio de formação de 20 anos dos participantes sugere uma adequada qualificação para avaliar o atlas. A presença majoritária de mestres e doutores, que também são professores com mais de 15 anos de experiência na área da tecnologia da informação, é notável.

A concordância média em relação ao conteúdo e à técnica do atlas foi considerada adequada, com um índice superior a 0,80. Esses resultados sugerem o potencial uso do atlas como um recurso digital complementar às aulas práticas de histologia em cursos da área da saúde, como Enfermagem, Odontologia e Medicina. Experiências anteriores de validação de ferramentas virtuais para o ensino de morfologia, entre estudantes de Medicina, como relatado por Liu et al.²⁵, demonstraram um aumento na satisfação dos estudantes e um desempenho acadêmico superior em comparação ao grupo de controle. Em outro estudo, conduzido por Khasanah et al.²⁶, 90,7% dos especialistas em conteúdo, 91,4% dos especialistas em mídias digitais, 90,4% dos revisores, 87,43% dos professores de biologia e 84,7% dos estudantes do ensino médio avaliaram o atlas como de boa qualidade, corroborando os resultados deste estudo.

A maioria dos especialistas concordou que a proposta do atlas era adequada, corroborando estudos que destacam esse tipo de ferramenta como um recurso didático viável para o ensino e a aprendizagem de histologia^{22,25,27,28}. É importante notar que tanto professores quanto estudantes têm demonstrado crescente aceitação dessas ferramentas^{25,26}. O atlas virtual desenvolvido neste estudo facilita uma compreensão rápida dos tecidos básicos e da gametogênese. Suas funcionalidades incluem digitalização e visualização de estruturas histológicas, recursos interativos (imagens microscópicas com marcações dinâmicas, navegação intuitiva por seções e compatibilidade multidispositivo), descrições textuais em português e acesso aberto, permitindo flexibilidade de estudo a qualquer hora e em qualquer local. Essa acessibilidade pode incentivar os estudantes a dedicar mais tempo ao estudo de histologia, contribuindo para um aumento na satisfação em relação à aprendizagem e ao desempenho acadêmico²⁹.

Em relação ao auxílio no estudo de histologia, todos os especialistas em ciências morfofuncionais e a maioria dos especialistas em tecnologia da informação reconheceram que o

atlas facilita o aprendizado nessa disciplina. Esse benefício pode ser atribuído à qualidade das imagens apresentadas, que são visualizadas em alta resolução, reduzindo o tempo necessário para identificar estruturas histológicas³⁰. Notavelmente, nesse atlas foram utilizados pontos de marcação em estruturas histológicas para melhorar a precisão diagnóstica das células e estruturas. Sob a perspectiva construtivista, essa organização, adaptada ao nível de desenvolvimento cognitivo do aprendiz, favorece uma aprendizagem individualizada³¹.

Além disso, a avaliação feita por ambos os grupos de especialistas indicou que o atlas é considerado atrativo para os estudantes de histologia dos cursos da área de saúde (Medicina, Odontologia, Fisioterapia e Enfermagem). Essa percepção pode ser atribuída ao *design* colorido, aos “ícones de interatividade” e aos breves textos explicativos, juntamente com uma interface amigável³². Outros fatores que contribuem para a sua aceitação incluem a facilidade de acesso e a alta usabilidade em dispositivos móveis e *desktops*, sem a necessidade de instalação de *software* adicional³³. Tais características são fundamentais para captar a atenção dos alunos, incentivando-os a estudar o conteúdo de forma mais engajada, o que pode impactar positivamente o desempenho acadêmico deles³⁴.

A maioria dos especialistas em ciências morfofuncionais concordou que o conteúdo do atlas reflete adequadamente os temas abordados no ensino de histologia. Esse resultado sugere que o atlas constitui um recurso didático digital significativo para o processo de ensino e aprendizagem em histologia. É fundamental que estudos envolvendo a produção de tecnologias digitais para o ensino nos diferentes cursos da área de saúde avaliem a confiabilidade das informações, uma vez que a internet permite que conteúdos sejam disseminados por indivíduos sem *expertise* no assunto tratado³⁵. Conteúdos educativos em saúde demandam validação rigorosa.

É relevante destacar as questões que não atingiram o valor do I-CVI estabelecido neste estudo, especialmente no que se refere à facilidade de aprendizagem dos conceitos e às suas aplicações, bem como ao fornecimento completo de auxílio. É plausível que a preocupação com o uso do atlas virtual no ensino de histologia tenha sido uma questão predominante na avaliação dos especialistas em ciências morfofuncionais. Essa preocupação encontra respaldo na literatura, que sugere que ferramentas de aprendizagem baseadas na *web* devem complementar o uso da microscopia óptica. Donkin et al.³⁶ concluíram que essa abordagem integrada melhora a aprendizagem e o desempenho acadêmico. Diante dessas evidências, o atlas virtual poderá ser eficaz na construção do conhecimento quando utilizado como recurso complementar à microscopia óptica, sem substituí-la.

Os resultados referentes à acessibilidade, à facilidade de compreensão e ao manuseio do atlas indicam que a maioria dos especialistas em tecnologia da informação avaliou positivamente essas características. Esse consenso é atribuído ao processo rigoroso empregado na construção dessa tecnologia, que visou à criação de uma ferramenta acessível em qualquer dispositivo conectado à internet, utilizando linguagem clara e objetiva. Em relação aos recursos utilizados no atlas, houve uma concordância geral de que eles foram bem implementados. Esse achado reflete o *design* do atlas, que inclui uma interface visualmente agradável, fontes de texto de tamanho e estilo apropriados, textos concisos, um fundo de tela com cores suaves e imagens pertinentes ao conteúdo estudado, aspectos que facilitam a aceitação por parte dos estudantes³².

Por outro lado, a questão sobre se “os recursos utilizados no atlas virtual são realizados de forma abrangente” não atingiu o I-VCI esperado. Esse resultado pode ser justificado por uma falha na adaptação do instrumento de avaliação, em que a pergunta conduziu a uma imprecisão na sua interpretação, possivelmente afetando a clareza da resposta esperada.

Uma limitação deste estudo foi a ausência do processo de validação com o público-alvo, representados por estudantes dos cursos de graduação em Medicina, Odontologia, Farmácia, Fisioterapia e Enfermagem. Isso restringiu a avaliação da sua adequabilidade e do impacto potencial sobre o desempenho acadêmico dos usuários. Portanto, é recomendável que futuras pesquisas incluam a validação do atlas por estudantes, a fim de aprofundar os *insights* sobre sua eficácia como ferramenta educacional.

CONCLUSÃO

O atlas virtual desenvolvido para o ensino e a aprendizagem de histologia foi submetido à avaliação e validação de seu conteúdo e sua técnica por especialistas em ciências morfofuncionais e em tecnologia da informação. De acordo com a avaliação dos especialistas, o atlas cumpre satisfatoriamente sua proposta, sendo considerado compreensível, acessível, atrativo e eficaz em facilitar o estudo de histologia de maneira envolvente e menos cansativa. A validação do conteúdo e da técnica sugere a viabilidade de sua utilização como recurso didático virtual. É esperado que a investigação do impacto real desse recurso sobre o desempenho acadêmico dos estudantes de graduação em Medicina, Odontologia, Farmácia, Fisioterapia e Enfermagem confirme sua efetividade educacional.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Davide Carlos Joaquim, Ana Caroline Rocha de Melo Leite e Virgínia Cláudia Carneiro Girão-Carmona conceberam o projeto

e participaram da coleta, análise e interpretação dos dados, e da elaboração e revisão do manuscrito. Ismael Pordeus Bezerra Furtado participou da análise e interpretação dos dados, e da elaboração e revisão do manuscrito. Márcia Rodrigues Payeras e Ana Paula Franco Lambert participaram da concepção do atlas e da revisão da versão final do manuscrito.

CONFLITO DE INTERESSES

Declaramos não haver conflito de interesses.

FINANCIAMENTO

Esta pesquisa recebeu financiamento da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Funcap (Edital 01/2022/Chamada: MULHERES NA CIÊNCIA).

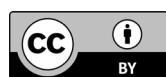
DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Os dados de pesquisa estão disponíveis no corpo do documento.
Research data is available in the body of the document.

REFERÊNCIAS

1. Montanari T. A produção de livros digitais para o ensino presencial e remoto de histologia. *Renote*. 2018;16(2):112-26.
2. Sant’Anna CS, Albuquerque CAC, Baraúna SC, de Oliveira Filho GR. O. Prática deliberada no ensino de histologia na graduação em Medicina: estudo prospectivo randomizado e controlado. *Rev Bras Educ Med*. 2022;46(2):e082.
3. Chapman JA, Lee LMJ, Swailes NT. From scope to screen: the evolution of histology education. *Adv Exp Med Biol*. 2020;1260:75-107.
4. Sharmin N, Chow AK, Dong AS, Milos NC. Histoscope: a web-based microscopy tool for oral histology education. *J Healthc Inform Res*. 2021;27(2):146-52.
5. Alonso PLC. Introducción al uso de imágenes digitales en formato web en el aprendizaje de la histología humana. *Educ Med*. 2019;20(5):280-3.
6. Muñoz EP. La enseñanza de la anatomía microscópica sin microscópios. *Educación Médica Superior*. 2020;34(2):e2057.
7. Hortsch M, Mangrulkar RS. When students struggle with gross anatomy and histology: a strategy for monitoring, reviewing, and promoting student academic success in an integrated preclinical medical curriculum. *Anat Sci Educ*. 2015;8(5):478-83.
8. Amer MG, Nemenqani DM. Successful use of virtual microscopy in the assessment of practical histology during pandemic covid-19: a descriptive study. *J Microsc Ultrastruct*. 2020;8:156-61.
9. Pantanowitz L, Szymas J, Yagi Y, Wilbur D. Whole slide imaging for educational purposes. *J Pathol Inform*. 2012;3(1):43-52.
10. Chimmalgil M, Hortsch M. Teaching Histology Using Self-Directed Learning Modules (SDLMs) in a Blended Approach. *Med Sci Educ*. 2022;7(32):1455-64.
11. Silva LA. Desenvolvimento de aplicativo com objetivo de aprendizagem: atlas virtual interativo para o ensino da anatomia cabeça e pescoço direcionada à odontologia [tese de doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2016.
12. Rheingantz MGT, Oliveira LBO, Minello LF, Rodrigues RF. A importância do atlas virtual no ensino-aprendizagem da histologia. *Braz J Dev*. 2019;5(7):8904-12.
13. Joaquim DC, Hortsch M, Silva ASR, David PB, Leite ACRM, Girão-Carmona VCC. Digital information and communication technologies on histology learning: what to expect? An integrative review. *Anat Histol Embryol*. 2022;51(2):180-8.

14. Leite SS, Áfio ACE, Carvalho LV, Silva JM, Almeida PC, Pagliuca LMF. Construção e validação de instrumento de validação de conteúdo educativo em saúde. *Rev Bras Enferm*. 2018;71(4):1732-8.
15. Grunwald T, Corsbie-Massay C. Guidelines for cognitively efficient multimedia learning tools: educational strategies, cognitive load, and interface design. *Acad Med*. 2006;81(3):213-23.
16. Saraiva NCG, Medeiros CCM, Araújo TL. Validação de álbum seriado para a promoção do controle de peso corporal infantil. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2018;26:e2998.
17. Fehring RJ. The Fehring model. In: Carrol-Johnson RM, Paquette M, editors. *Classification of nursing diagnoses: proceedings of the Tenth Conference*. Philadelphia: JB Lippincott; 1994. p. 55-62.
18. Pereira FGF, Rocha DJL, Melo GAA, Jaques RMPL, Formiga LMF. Construção e validação de aplicativo digital para ensino de instrumentação cirúrgica. *Cogitare Enfermagem*. 2019;24:e58334.
19. Polit D, Beck CT. The Content Validity Index: are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations. *Res Nurs Health*. 2006;29(5):489-97.
20. Moura IH, Silva AFR, Rocha AESH, Lima LHO, Moreira TMM, Silva ARV. Construction of educational materials for the prevention of metabolic syndrome in adolescents. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2017;25:e2934.
21. Santos DKC, Santos JCO, Lima RB, Fonseca TV, Silva WA, Silva GM, et al. Profile of students and professors of health courses at a federal institution in the Northeastern Brazil. *Res Soc Dev*. 2022;11(5):e17811528201.
22. Souza S, Hein AK. Teaching women in higher education: challenges and overcoming. *Revista Científica Multidisciplinar: O Saber*. 2021;3:1-13.
23. Pinto SL, Lisboa KW, Galindo Neto NM, Sampaio LA, Oliveira MF, Caetano JA. Posicionamento do paciente para raquianestesia: construção e validação de álbum seriado. *Acta Paul Enferm*. 2018;31(1):25-31.
24. Posser CV, Texeira AC. Mulheres que aprendem informática: um estudo de gênero na área de TI. 22º Workshop de Informática na Escola, 2016, Uberlândia. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação; 2016. p. 707-16.
25. Liu Q, Sun W, Du C, Yang L, Yun N, Cui H, et al. Medical morphology training using the Xuexi Tong Platform during the covid-19 pandemic: development and validation of a web-based teaching approach. *JMIR Med Inform*. 2021;9(3):e24497.
26. Khasanah LU, Pratiwi M, Zahroh R. Design of online animal histology atlas as a learning source. *Proceeding International Conference on Science and Engineering*. 2019;2:313-8.
27. Lee BC, Hsieh ST, Chang YL, Tseng FY, Lin YJ, Chen YL, et al. A web-based virtual microscopy platform for improving academic performance in histology and pathology laboratory courses: a pilot study. *Anat Sci Educ*. 2020;13(6):743-58.
28. Wanderer C, Oliveira CC, Piemonte MR, Farias ÉLP. Avaliação formativa: elaboração de atlas digitais de histologia por acadêmicos de medicina veterinária – relato de experiência. *Revista Gestão & Saúde*. 2020;22(1):1-15.
29. Felszeghy S, Pasonen-Seppanen S, Koskela A, Mahonen A. Student-focused virtual histology education: do new scenarios and digital technology matter? *MedEdPublish*. 2017;6(1):1-17.
30. Santa-Rosa JG, Struchiner M. Educational technology in the teaching of histology: research and development in a virtual teaching and learning environment. *Rev Bras Educ Med*. 2011;35(2):289-98.
31. Papert S. *Children, computers, and powerful ideas*. Eugene, OR: Harvester; 1980.
32. Souza AOT, Paula ABR, Oliveira FBM. Construction and evaluation of a website on health of elderly. *Revista Ciência & Saberes*. 2015;1(1):9-16.
33. Brochhausen C, Winther HB, Hundt C, Schmitt VH, Schomer E, Kirkpatrick CJ. A virtual microscope for academic medical education: the pate project interact. *J Med Res*. 2015;4(2):e11.
34. Qing J, Cheng G, Ni XQ, Yang Y, Zhang W, Li Z. Implementation of an interactive virtual microscope laboratory system in teaching oral histopathology. *Sci Rep*. 2022;12:5492.
35. Nóbrega TE, Ribeiro EC, Oliveira-Júnior JK, Pereira AC, Silva MAD. O uso das TIC como ferramenta de ensino da histologia nos cursos de Odontologia das regiões Sul e Sudeste do Brasil. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. 2018;22:63-72.
36. Donkin R, Askew E, Stevenson H. Video feedback and e-learning enhances laboratory skills and engagement in medical laboratory science students. *BMC Med Educ*. 2019;19:310.



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.