



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
FACULDADE DE MEDICINA  
DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MORFOFUNCIONAIS**

**DAVIDE CARLOS JOAQUIM**

**ESTRATÉGIAS DIGITAIS: EVIDÊNCIAS, IMPACTO SOCIOECONÔMICO E  
VALIDAÇÃO TECNOLÓGICA PARA O ENSINO DE HISTOLOGIA**

**FORTALEZA  
2023**

DAVIDE CARLOS JOAQUIM

ESTRATÉGIAS DIGITAIS: EVIDÊNCIAS, IMPACTO SOCIOECONÔMICO E  
VALIDAÇÃO TECNOLÓGICA PARA O ENSINO DE HISTOLOGIA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Morfofuncionais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Morfofuncionais.  
Área de concentração: Ensino e Divulgação Científica das Ciências Morfológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Virgínia Claudia Carneiro Girão-Carmona  
Coorientadora: Profa. Dra. Ana Caroline Rocha de Melo Leite

FORTALEZA  
2023

# FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- J58e Joaquim, Davide Carlos.  
Estratégias digitais: evidências, impacto socioeconômico e validação tecnológica para o ensino de histologia / Davide Carlos Joaquim. – 2024.  
112 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Ciências Morfofuncionais, Fortaleza, 2024.  
Orientação: Profa. Dra. Virgínia Claudia Carneiro Girão-Carmona .  
Coorientação: Profa. Dra. Ana Caroline Rocha de Melo Leite.
1. Tecnologia da informação . 2. Histologia. 3. Estudantes. 4. Universidades. 5. Atlas. I. Título.  
CDD 611
-

DAVIDE CARLOS JOAQUIM

ESTRATÉGIAS DIGITAIS: EVIDÊNCIAS, IMPACTO SOCIOECONÔMICO E  
VALIDAÇÃO TECNOLÓGICA PARA O ENSINO DE HISTOLOGIA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Morfofuncionais da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Morfofuncionais.

Área de concentração: Ensino e Divulgação Científica das Ciências Morfológicas.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Virgínia Claudia Carneiro Girão-Carmona (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Ana Paula Franco Lambert  
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

---

Profa. Dra. Camila Ferreira Roncari  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Profa. Dra. Renata de Sousa Alves  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Ana Caroline Rocha de Melo Leite  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Dedico esta tese ao todo poderoso Deus, em nome de Jesus Cristo pela força e saúde. “Tu és o meu meu Deus; eu confio em ti”. À minha avó, Nhanala (*In memoriam*). Aos meus pais, Zacarias Joaquim e Sábado Biague, pelo amor, incentivo e apoio.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo dom da vida, sabedoria e graça a mim concedida para realizar esse sonho. O seu nome sempre será louvado!

Aos meus pais, Zacarias Joaquim e Sabado Biague, que sabiamente me guiaram no caminho do bem, pelo incentivo e apoio que me deram nesse desafio. Amo vocês!

Aos meus irmãos, Antônio Joaquim, Carlos Zacarias Joaquim Júnior, Aduzindo de Almeida Joaquim, Claiton Dias, Venâncio Fernando Sanca e Midana Carlos Joaquim, que me deram forças para continuar lutando. Vocês são merecedores dessa conquista!

Aos meus amores, Gabriela Joaquim, Dávyla Joaquim e Grazyella Carvalho, pelo cuidado, parceira e compreensão. Obrigado pelo apoio, principalmente nos momentos mais difíceis. Amo vocês!

À minha Orientadora Prof<sup>a</sup>. Dra. Virgínia Claudia Carneiro Girão-Carmona, por ter me conduzido nesta tão sonhada trajetória. À minha Coorientadora Prof<sup>a</sup>. Dra. Ana Caroline Rocha de Melo Leite, por ter me apoiado em toda a minha trajetória acadêmica. Vocês foram exemplos de profissionais para mim. Gratidão!

Ao iLAB por todo aprendizado. Estou grato a todos os membros, especialmente, Mestrandos Lucas Andrade, Débora Letícia e Arthur Castro, Doutorandos Francisco Cezanildo e Ismael Furtado, Dr. Francisco Herculano e Dra. Luciana Mascena, pela contribuição na análise dos dados. Obrigado!

À Universidade Federal do Ceará, que desde 2020 vem contribuindo para minha formação profissional e humana. Obrigado!

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Morfofuncionais da Universidade Federal do Ceará e todos professores, pelo conhecimento transmitido ao longo desses quatro anos. O meu muito obrigado!

Ao Projeto CONSAN-CPLP e a FUNCAP, por ter sido contemplado com a bolsa de estudo para permanecer no curso e desenvolver este estudo. Obrigado!

Aos professores Dr. Michael Hortsch, Dra. Andrea Soares Rocha da Silva, Dra. Priscila Barros David, Dra. Márcia Rodrigues Payeras, Dra. Ana Paula Franco Lambert, pelo todo apoio e parceria. Obrigado!

## RESUMO

Diversas instituições de ensino têm buscado as tecnologias digitais como forma de apoiar e aprimorar o ensino prático de histologia, possibilitando maior tempo de contato dos estudantes com o seu conteúdo. A presente tese buscou investigar evidências, impacto socioeconômico e validação de tecnologias digitais no ensino de histologia. Para tal fim, realizou-se uma revisão integrativa, objetivando resumir as evidências científicas sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação no ensino de histologia e discutir suas implicações. A pesquisa foi realizada em maio de 2020, nas bases de dados PubMed, SciELO, LILACS, WOS e SCOPUS. Após critérios de inclusão e exclusão, foram identificados 11 artigos para análise aprofundada, que discutiram o uso de diferentes tecnologias, como plataformas digitais, aplicativos móveis, microscopia virtual e videoaulas para o ensino de histologia. Investigar o impacto da origem socioeconômica nos hábitos de estudo e no acesso à tecnologia para o aprendizado de histologia por estudantes brasileiros e africanos e o resultado educacional geral na disciplina de histologia da UNILAB durante a pandemia de COVID-19. Tratou-se de um estudo transversal, descritivo, com abordagem quantitativa, realizado com estudantes de enfermagem, farmácia e biologia da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Dos 72 estudantes participantes, a maioria era do sexo feminino, solteira e tinha renda igual ou inferior a um salário mínimo. *Smartphones* e computadores portáteis foram os dispositivos preferidos para acessar a *internet* e os vídeos do *YouTube* para estudar histologia. Uma associação significativa entre o uso da internet e os fatores socioeconômicos foi encontrada para os níveis mais baixos de escolaridade dos pais. Ao comparar os resultados de aprendizagem antes e durante a pandemia de COVID-19, todos os alunos que cursaram a disciplina neste período apresentaram pontuações, significativamente, mais altas nas avaliações. A validação do conteúdo e da técnica de um atlas virtual para o ensino de histologia revelou a importância do desenvolvimento de novas estratégias de ensino. Um estudo metodológico foi realizado no período de junho de 2021 a abril de 2022, com a participação de juízes especialistas nas áreas de ciências morfofuncionais e tecnologias de informação. Participaram do estudo 22 juízes especialistas, destes, 11 eram da área de ciências morfofuncionais e os demais da área de tecnologia da informação. Os somatórios do Índice de Validade de Conteúdo (VCI) foi de 0,85 para o assunto e 0,91 para a técnica do atlas, respectivamente. As tecnologias digitais são cada vez mais comuns nos ambientes educacionais. Durante a pandemia, o uso dessas tecnológicas permitiu que os estudantes continuassem em contato com o estudo das lâminas de histologia por meio do uso da microscopia virtual. Nossos resultados sugerem que o atlas virtual validado foi capaz de promover a aprendizagem de histologia de forma autônoma e independente do laboratório físico. Ainda, urge a necessidade de expandir o uso dessas tecnologias entre os estudantes em condições socioeconômicas desfavoráveis.

**Palavras-Chave:** Tecnologia da informação (D000073256); Histologia (D006653); Estudantes (D013334); Universidades (D014495); Atlas (D020466).

## ABSTRACT

Various educational institutions have been embracing digital technologies to support and enhance the practical teaching of histology, allowing students to have more extensive exposure to its content. This thesis aimed to investigate the use and impact of digital technologies on the process of teaching and learning histology. To this end, an integrative review was conducted, with the objective of summarizing scientific evidence regarding the use of information and communication technologies in histology education and discussing its implications. The research was carried out in May 2020, utilizing the databases PubMed, SciELO, LILACS, WOS, and SCOPUS. After inclusion and exclusion criteria were applied, 11 articles were identified for in-depth analysis, discussing the use of various technologies, such as digital platforms, mobile applications, virtual microscopy, and video lectures for histology education. Investigate the impact of socioeconomic origin on study habits and access to technology for learning histology by Brazilian and African students and the general educational outcome in the histology discipline at UNILAB during the COVID-19 pandemic. This was a cross-sectional, descriptive study with a quantitative approach, conducted with nursing, pharmacy, and biology students at the University of International Integration of Afro-Brazilian Lusophony (UNILAB). Among the 72 participating students, the majority were female, unmarried, and had incomes equal to or below the minimum wage. Smartphones and portable computers were the preferred devices for internet access, and YouTube videos were the preferred resource for studying histology. A significant association was found between internet usage and socioeconomic factors, particularly for lower levels of parental education. When comparing learning outcomes before and during the COVID-19 pandemic, all students who took the course during this period showed significantly higher scores in their assessments. The validation of the content and technique of a virtual atlas for histology education underscored the importance of developing new teaching strategies. A methodological study was conducted from June 2021 to April 2022, involving expert judges in the fields of morphofunctional sciences and information technologies. The study included 22 expert judges, with 11 from the morphofunctional sciences area and the rest from the information technology field. The Content Validity Index (CVI) totals were 0.85 for the subject and 0.91 for the technique of the atlas, respectively. Digital technologies are becoming increasingly common in educational settings. During the pandemic, the use of these technologies allowed students to continue engaging with the study of histology slides using virtual microscopy. Our results suggest that the validated virtual atlas was able to promote histology learning autonomously and independently of the physical laboratory. However, there is still a pressing need to expand the use of these technologies among students in socioeconomically disadvantaged conditions.

**Keywords:** Information Technology (D000073256); Histology (D006653); Students (D013334); Universities (D014495); Atlas (D020466).



## LISTA DE FIGURAS

### Introdução

**Figura 1:** Diagrama sobre exemplos de tecnologias digitais que são utilizados no ensino de histologia ..... 19

**Figura 2:** Diagrama sobre a diferença entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa ..... 25

### Artigo 1

**Figura 1:** Flowchart describing the identification of studies used for this integrative review..... 35

### Artigo 3

**Figura 1:** Fotomicrografia destacando o tecido epitelial simples pavimentoso. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2022..... 76

## LISTA DE TABELAS

### Artigo 1

<b>Tabela 1:</b> Characterization of publications included in this review, by database, journal, authors, year, country, type of study, and type of technology investigated.....	36
<b>Tabela 2:</b> Synthesis of information about the articles included in the review, according to objective, main results, and recommendations.....	37

### Artigo 2

<b>Tabela 1:</b> Socioeconomic profiles, study habits, and quantity of session material studied after each remote session .....	67
<b>Tabela 2:</b> Education resources and electronic devices with access to the internet that were used by students to study histology during the COVID-19 pandemic. Students were asked to select all applicable resources .....	68
<b>Tabela 3:</b> Association between social aspects, the use of electronic gadgets with access to the internet, and the weekly hours dedicated to histology studies during the COVID-19 pandemic.....	69
<b>Tabela 4:</b> Association between the socioeconomic status, study habits, and the fraction of the subject studied after each remote class.....	70
<b>Tabela 5:</b> Comparison of median histology grades of biology, nursing and pharmacy students at the University of International Integration of the Afro-Brazilian Lusophony (UNILAB) before and during the COVID-19 pandemic.....	71

### Artigo 3

<b>Tabela 1:</b> Caracterização dos juízes especialistas da área de Ciências Morfofuncionais....	78
<b>Tabela 2:</b> Caracterização dos especialistas da área de Tecnologias da Informação e Comunicação.....	79
<b>Tabela 3:</b> Avaliação dos especialistas da área de ciências morfofuncionais acerca do atlas virtual para o ensino e aprendizagem de histologia.....	80
<b>Tabela 4:</b> Avaliação dos especialistas da área de tecnologia de informação e comunicação acerca do atlas virtual para o ensino e aprendizagem de histologia.....	81

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

- CPLP – Comunidade dos Países de Língua Portuguesa
- CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- DeCS - Descritores em Ciências da Saúde
- IVC – Índice de Validade de Conteúdo
- LILACS – Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
- MESH – Medical Subject Headings
- MT – Microscopia Óptica Tradicional
- PCMF – Programa de Pós-graduação em Ciências Morfofuncionais
- PubMed – United States National Library of Medicine
- PUCRS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
- PVO - Population, Variables and Outcomes
- SciELO - Scientific Electronic Library Online
- SIGAA – Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas
- TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
- TD – Tecnologias Digitais
- TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação
- TDIC – Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
- UFC – Universidade Federal do Ceará
- UNILAB – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
- USP – Universidade de São Paulo
- WOS – Web of Science

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1 Histologia.....	13
1.2 Ensino de Histologia.....	16
1.3 Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no Ensino de Histologia.....	21
<b>2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....</b>	<b>24</b>
<b>3 RELEVÂNCIA E/OU JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>27</b>
<b>4 OBJETIVOS.....</b>	<b>29</b>
4.1 Objetivo Geral.....	29
4.2 Objetivos Específicos.....	29
<b>5 CAPÍTULOS.....</b>	<b>30</b>
5.1 Artigo 1.....	31
5.2 Artigo 2.....	48
5.3 Artigo 3.....	73
<b>6 CONCLUSÃO FINAL.....</b>	<b>88</b>
<b>7 REFERÊNCIAS GERAIS.....</b>	<b>89</b>
<b>APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....</b>	<b>96</b>
<b>APÊNDICE B – Carta-Convite.....</b>	<b>98</b>
<b>APÊNDICE C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para Juízes de Conteúdo e Técnica.....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXO A – Questionário sobre recursos pedagógicos utilizados por estudantes para aprendizagem da histologia.....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXO B – Questionário de caracterização dos juízes.....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO C – Questionário de validação do conteúdo por juízes da área da histologia.....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO D – Questionário de validação do conteúdo por juízes da área de ciências da computação.....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO E – Parecer Consubstanciado do CEP.....</b>	<b>108</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Evolução da Histologia

A Histologia é um componente curricular das Ciências Morfofuncionais<sup>1</sup>, considerada fundamental para a formação profissional nas áreas de ciências da saúde e biológicas. Ela é uma ciência que se dedica ao estudo anatomofuncional de células, tecidos e órgãos, relacionando suas características estruturais e organizacionais às atividades funcionais (ALONSO, 2019; MONTANARI, 2020; SHARMIN et al., 2021).

A palavra Histologia é derivada dos termos gregos “*histos*”, que significa tecidos e “*logos*” que significa razão ou estudo. Assim, a Histologia significa estudo de tecidos (EIVAZOVA, 2012; HUSSEIN et al., 2015; BOCK, 2015). Ela aparece pela primeira vez no título do livro de August Franz Josef Karl Mayer (1787–1865), “*Ueber Histologie und eine neue Eintheilung der Gewebe des menschlichen Körpers*”, publicado por Adolph Marcus de Bonn no início do século XIX (EIVAZOVA, 2012; HUSSEIN et al., 2015; AMARAL; NOGUEIRA; FERREIRA, 2017). No entanto, suas raízes remontam à invenção microscópica e às pesquisas de cientistas, como Marcello Malpighi (1628–1694), Robert Hooke (1635–1703) e Marie François Xavier Bichat (1771–1802) (BOCK, 2015; VALÉRIO; TORRESAN, 2017; MAZZARINI et al., 2021; CHIMMALGI; HORTSCH, 2022).

A invenção do primeiro microscópio, atribuída a Zaccharias Janssen (1587–1638) e seu filho Hans Janssen (1534–1592), ocorreu no século XVI (ZUIDERVAART, 2010; CHAPMAN; LEE; SWAILES, 2020; CHIMMALGI; HORTSCH, 2022), constitui a mais importante revolução na história das ciências básicas e da medicina moderna, pois permitiu superar a limitação da visão humana, chamada limite de resolução, e observar pela, primeira vez, a célula, unidade estrutural e funcional básica dos seres vivos (VALÉRIO; TORRESAN, 2017; MAZZARINI et al., 2021).

De fato, a microscopia marca o ponto de partida de uma infinidade de estudos e descobertas sobre a morfologia de células e tecidos. Essas descobertas contribuíram para o desenvolvimento da Histologia enquanto ciência independente da Anatomia (MAZZARINI et al., 2021). A segunda estuda a estrutura macroscópica do corpo humano enquanto a primeira entra nos níveis atômico-molecular e morfológico das células, tecidos e órgãos (HUSSEIN et al., 2015; CALADO, 2019; ALONSO, 2019; MAZZARINI et al., 2021).

Marcello Malpighi, anatomista e biólogo italiano do século XVII, pode ter sido o

---

<sup>1</sup>Ciências que estudam macro (Anatomia) e microscopicamente (Histologia) as estruturas dos seres vivos, particularmente do homem e de sua evolução embrionária (Embriologia) (MALNIC; SAMPAIO, 1994).

primeiro investigador a usar o microscópio para estudar os organismos vivos (CHIMMALGI; HORTSCH, 2022). As suas investigações resultaram na publicação do livro “*Epistolae de Pulmonibus*” em 1661, no qual ele identificou e descreveu alvéolos pulmonares e vasos sanguíneos que unem as artérias às veias ao examinar pulmões de um sapo (BOCK, 2015). Pela primeira vez, ele descreveu a estrutura do pulmão como espaços de ar fino cercados por uma rede de minúsculos vasos sanguíneos, contribuindo para o entendimento do processo de respiração. A sua descoberta também forneceu evidência científica que faltava a teoria da circulação sanguínea proposta por William Harvey, os capilares sanguíneos (GHOSH; KUMAR, 2018).

Nascido um pouco depois de Malpighi, Robert Hooke, cientista britânico, além de fabricar um microscópio composto de três lentes para alcançar maior ampliação em relação aos projetos anteriores de duas lentes (CHAPMAN; LEE; SWAILES, 2020), também configura entre os primeiros investigadores a utilizar essa ferramenta para estudar o material biológico. Ele publicou “*Micrographia*”, um livro que atraiu atenção ao microscópio e suas capacidades. Mais importante ainda, ele introduziu o termo “célula” na literatura científica em 1665, enquanto estudava estruturas de um tecido de cortiça. Pode-se dizer que as suas investigações contribuíram para a teoria celular proposta por Theodor Schwann e estabeleceram uma tendência de cientistas fazendo descobertas por meio do microscópio (EIVAZOVA, 2012; HUSSEIN et al., 2015; CHAPMAN; LEE; SWAILES, 2020; CHIMMALGI; HORTSCH, 2022).

Influenciado por Hooke, Antoni Van Leeuwenhoek, cientista holandês e fabricante de microscópios, usando a sua própria ferramenta, observou bactérias, eritrócitos, fibras musculares isoladas e seguiu os movimentos de espermatozoides (EIVAZOVA, 2012; HUSSEIN et al., 2015; CALADO, 2019; CHAPMAN; LEE; SWAILES, 2020; CHIMMALGI; HORTSCH, 2022). A sua contribuição para o campo da Histologia não foi apenas as suas descobertas científicas, mas sim a qualidade óptica das lentes da sua invenção microscópica, resultando na maior ampliação e melhoria substancial da qualidade de imagem. Os primeiros microscópios sofriam de aberração esférica e cromática, baixa ampliação e só permitiam observar as estruturas ou microrganismos com luz refletida (TITFORD, 2006; HUSSEIN et al., 2015; CHIMMALGI; HORTSCH, 2022).

Outras contribuições importantes vieram de Marie François Xavier Bichat, anatomista, fisiologista e um dos mentores da medicina científica francesa (SHOJA et al., 2008). Também considerado o pai da Histologia moderna, Bichat conduziu vários estudos experimentais e evidenciou que os órgãos do corpo humano eram formados por vários elementos, que chamou

de tecidos. Apesar de não usar o microscópio em suas investigações, Bichat conseguiu identificar e classificar 21 tecidos, cada um com função diferente, e buscou entender as doenças associadas às lesões desses tecidos (HUSSEIN et al., 2015; VERDIA et al., 2016; CHIMMALGI; HORTSCH, 2022). Ele sugeriu que as doenças resultavam de lesões aos tecidos, o que lançou as bases não só para a Histologia, mas também a moderna Anatomia clínica, Fisiologia e Patologia (SHOJA et al., 2008).

No entanto, apesar dos estudos dos primeiros microscopistas terem contribuído para o surgimento da Histologia como ciência, nesta época, o conhecimento histológico era muito limitado (ARMUTAK; DINCER, 2020). Isso devido à deficit dos microscópios em termos de resolução e qualidade de imagem, estabelecendo limites significativos para seu uso no campo científico (CHIMMALGI; HORTSCH, 2022). Além disso, na Europa, os microscópios estavam sendo usados principalmente pelos inspetores de carne, na indústria de carne suína, em busca do parasita traquina (*Trichinella spiralis*), causador da triquinose (CHAPMAN; LEE; SWAILES, 2020). Nesta época, o pensamento histológico pouco havia se desenvolvido e a Histologia desempenhava um papel mais auxiliar nas ciências tradicionais, como Anatomia e Fisiologia (CALADO, 2019; MAZZARINI et al., 2021).

Somente em meados do século XIX, com aperfeiçoamento dos microscópios e das técnicas histológicas, particularmente as seções de cera de parafina e a coloração por hematoxilina e eosina, vê-se nascendo uma nova ciência básica, que combina anatomia, fisiologia e pesquisa microscópica (JACYNA, 2001; MUSUMECI, 2014; BOCK, 2015; AMARAL; NOGUEIRA; FERREIRA, 2017; CALADO, 2019; ARMUTAK; DINCER, 2020; CHAPMAN; LEE; SWAILES, 2020; MAZZARINI et al., 2021; CHIMMALGI; HORTSCH, 2022). Esse período foi marcado por uma infinidade de estudos e descobertas microscópicas. Os resultados notáveis dessas pesquisas foram a promulgação da teoria celular por Theodor Schwann e Mathias Schleiden, patologia celular, por Rudolf Virchow, e microrganismos como agentes etiológicos de doenças, por Louis Pasteur (JACYNA, 2001; CAPO et al., 2017; MAZZARINI et al., 2021).

No final do século XIX, a histologia tornou-se parte integrante do currículo médico na maioria das universidades dos países desenvolvidos (BOCK, 2015; CAPO et al., 2017), incluindo América do Norte (CHIMMALGI; HORTSCH, 2022) e América do Sul (TORRES; HERRANZ; ROCHA, 2010). Para os demais cursos das ciências biológicas, a disciplina só foi incluída durante o século XX (CALADO, 2019). A sua introdução na educação médica, associada ao uso do microscópio, contribuiu significativamente para uma revolução na Fisiologia, Patologia e Medicina prática (JACYNA, 2001).

## 1.2 Ensino de Histologia

A histologia é uma disciplina obrigatória dos cursos da área da saúde, como a medicina, biomedicina, farmácia, enfermagem, fisioterapia, fonoaudiologia, nutrição, odontologia, entre outros. Ela é ministrada no início desses cursos e destina-se ao estudo dos aspectos microscópicos estruturais e funcionais das células, tecidos, órgãos e sistemas (SIVIERO; OLIVEIRA, 2016; MONTANARI, 2016; MONTANARI, 2018; MONTANARI, 2020; DIAS et al., 2021).

O objetivo mais importante do ensino de histologia é, e deve ser, fazer com que o aluno compreenda a morfologia das células, tecidos e órgãos, correlacionando suas estruturas e funções (HUSSEIN et al., 2015; TAUBER et al., 2019; MONTANARI, 2016; MONTANARI, 2018; MONTANARI, 2020; AMER; NEMENQANI, 2020; TESHOME, 2022). Esse conhecimento é imprescindível para o entendimento dos mecanismos fisiopatológicos de doenças (HUSSEIN et al., 2015; MONTANARI, 2018; CHAPMAN; LEE; SWAILES, 2020).

A Histologia também fornece as bases para a compreensão de outras disciplinas, como bioquímica, imunologia e farmacologia (ZALETEL et al., 2016; CHAPMAN; LEE; SWAILES, 2020). Além disso, essa disciplina é importante para a pesquisa básica, favorecendo ainda, em conjunto com outras ciências, o desenvolvimento do raciocínio clínico para o diagnóstico e tratamento de doenças (ZALETEL et al., 2016; CHAPMAN; LEE; SWAILES, 2020; SHARMIN et al., 2021; SANT'ANNA et al., 2022).

Por ser uma ciência que se baseia na identificação, no reconhecimento e na interpretação das estruturas invisíveis a olho nu (MONTANARI, 2020), o ensino de histologia, tradicionalmente, baseia-se nas aulas teóricas expositivas e práticas, sendo esta última ocorrendo em ambiente laboratorial, fazendo uso de lâminas de vidro e microscópio óptico (PAULSEN; EICHHORN; BRAUER, 2010; ALONSO, 2019; MUÑOZ, 2020).

O microscópio óptico desempenha um papel importante no processo de ensino e aprendizagem de histologia, uma vez que, por meio dele, os alunos conseguem visualizar como os tecidos e os órgãos são formados por células e matriz-extracelular, reconhecer pequenas diferenças nas características dos tecidos e integrar esse conhecimento a função dos órgãos e sistemas (MONTANARI, 2016; HORTSCH; MANGRULKAR, 2015; AMER; NEMENQANI, 2020). De fato, o microscópio permite explorar as lâminas de vidro, contendo amostra histológica, movendo e alternando a ampliação (HORTSCH; MANGRULKAR, 2015; ZALETEL et al., 2016; SANT'ANNA et al., 2022), o que contribui para o



desenvolvimento da capacidade de observar, interpretar e fazer julgamentos críticos (SANT'ANNA et al., 2022). Essas habilidades são fundamentais para a aprendizagem de Histologia (LEE et al., 2019).

No entanto, a literatura aponta que as mudanças curriculares das disciplinas básicas da área da saúde, como redução da carga horária e inserção de novos cursos, associado à dificuldade financeira das instituições de ensino para a manutenção dos laboratórios, têm inviabilizado maior tempo de permanência dos alunos nos laboratórios (TRIOLA; HOLLOWAY, 2011; MONTANARI, 2016; LEE; GOLDMAN; HORTSCH, 2018). Como consequência, pode haver um comprometimento do desempenho acadêmico.

Além disso, como parte dessas reformas curriculares, há um movimento em direção às novas metodologias de ensino de histologia, com ênfase na aprendizagem centrada no aluno, capacidade de pesquisa científica, reflexão e atividades colaborativas (HIGHTOWER et al., 1999; KUMAR et al., 2006; TRIOLA; HOLLOWAY, 2011; SILVA et al., 2012; CHIMMALGI; HORTSCH, 2022). Essas exigências são incompatíveis com o modelo tradicional de ensino, baseado principalmente na aula teórica expositiva, característica do ensino centrado no professor. Soma-se a isso, o fato do microscópio óptico não permitir várias pessoas observarem a mesma estrutura histológica simultaneamente, impedindo a discussão em grupo, o que pode levar o processo de ensino menos motivacional e produtivo (HIGHTOWER et al., 1999; SILVA; RATO; LOPES, 2010; THINTHARUA; DHARMASAROJA, 2020).

Outras adversidades presenciadas no ensino de Histologia envolvem a complexidade do assunto e um grande volume do conteúdo a ser ministrado em um limitado período de tempo. A falta de experiência dos alunos com a microscopia óptica, representada pela dificuldade na visualização e interpretação das estruturas histológicas, que devem ser identificadas durante as aulas práticas, ocasiona altos níveis de frustrações (BRISBOURNE et al., 2002; SANTA-ROZA; STRUCHINER, 2010; GARCIA et al., 2019). Esses fatores, combinado com o modelo tradicional de ensino ainda adotado por grande parte dos professores, geram grande insatisfação nos alunos, que muitas vezes não conseguem compreender a importância dessa disciplina em sua formação profissional (MANTOVANI et al., 2019; WASEEM et al., 2021).

Neste contexto, diversas instituições de ensino têm buscado as tecnologias digitais como forma de apoiar e aprimorar o ensino prático de histologia, possibilitando maior tempo de contato dos alunos com o conteúdo teórico-prático (BLOODGOOD; OGILVIE, 2006; KUMAR et al., 2006; TRIOLA; HOLLOWAY, 2011; HELLE; NIVALA; KRONQVIST, 2013; LEE; GOLDMAN, HORTSCH, 2018; MEDINA et al., 2019; BAHIA et al., 2019;

CHIMMALGI; HORTSCH, 2022). Por exemplo, na Universidade de Iowa, para aumentar a eficácia na aprendizagem de histologia, foram implementadas sessões pré-laboratoriais com a exibição de imagens digitalizadas disponíveis no *website* da instituição (HEIDGER et al., 2002).

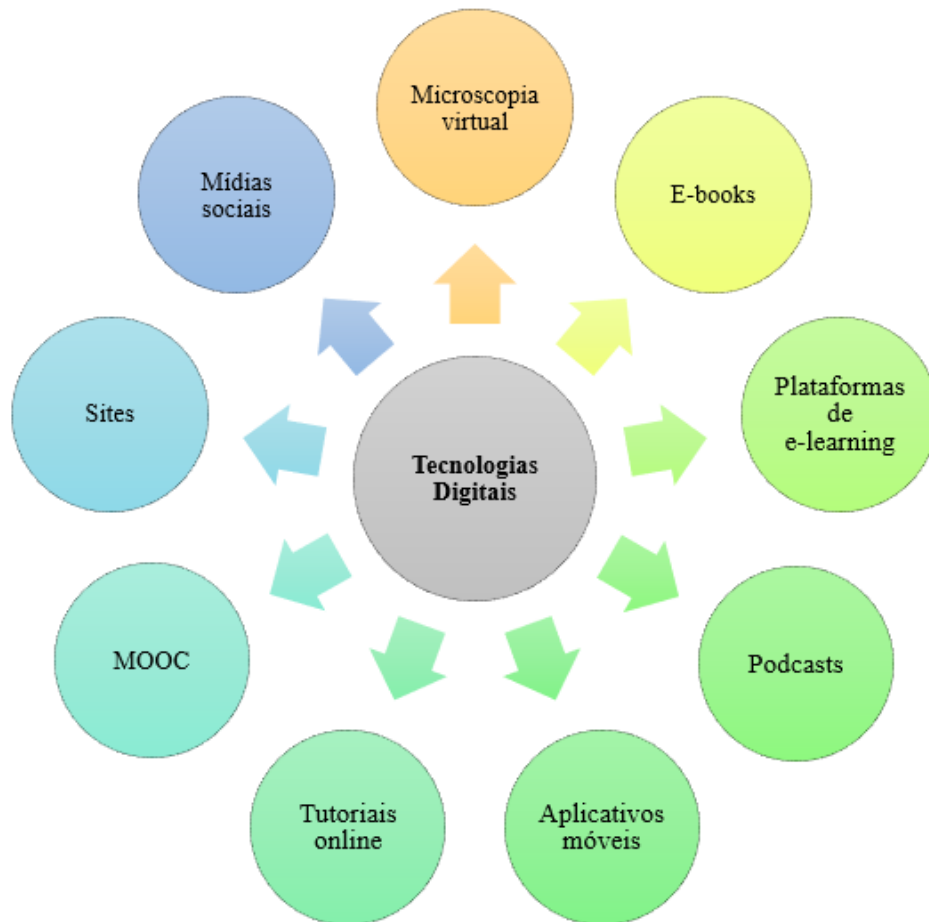
Na escola de medicina da Universidade de Buffalo, Cotter (2001) relatou a inserção de imagens digitais no ensino de histologia como parte da reforma curricular da instituição. Na Universidade da Flórida Central, Khalil et al. (2013) relataram o desenvolvimento de um manual com instruções guiadas para os alunos navegarem em imagens virtuais, exercícios para monitorizar a aprendizagem e casos para fornecer relevância clínica.

Na Universidade de Alberta, localizada em Edmonton, Canadá, Brisbourne et al. (2002) relataram o desenvolvimento de um programa chamado *HistoQuest* para substituir as aulas tradicionais de histologia baseadas em palestras e laboratório de microscopia tradicional. Nele, usaram animações para ilustrar princípios básicos histológicos, explicar processos dinâmicos e integrar estrutura histológica com função fisiológica. O programa tem como objetivo ajudar os alunos a formar modelos mentais com os quais possam organizar e integrar novas informações em seu aprendizado.

Kumar et al. (2006) relataram a introdução da microscopia virtual para o ensino de histologia e patologia na University of New South Wales da Austrália. Abandonando o uso da microscopia tradicional, as aulas práticas de histopatologia foram projetadas em torno de slides virtuais, que são imagens digitais de alta ampliação de seções de tecido armazenadas em um formato de arquivo de multiresolução, visualizáveis em um navegador da *web* de uma maneira que simula a microscopia óptica.

Atualmente, existe uma grande variedade de tecnologias digitais que podem ser utilizadas para o ensino e aprendizagem de histologia, como apresentado no diagrama abaixo (**Figura 1**).

**Figura 1.** Diagrama sobre exemplos de tecnologias digitais que são utilizados no ensino de histologia



MOOC – *Massive Open Online Course*.

**Fonte:** Elaborado pelo autor de acordo com o estudo de Hortsch (2023).

Esses recursos são cada vez mais comuns nos ambientes educacionais e permitem com que os alunos não dependam apenas de laboratório físico, com lâminas de vidro e microscópio óptico para aprender a histologia (BLOODGOOG; OGILVIE, 2006; CHAPMAN; LEE; SWAILES, 2020; CHIMMALGI; HORTSCH, 2022). Eles fornecem acesso a uma coleção de imagens digitais de alta ampliação (MIONE; VALECKE; CORNELISSEN, 2013; ZARELLA et al., 2019; ALONSO, 2019; AMER; NEMENQANI, 2020). Essas imagens também podem ser usadas para a pesquisa, avaliação e diagnóstico de doenças (MONTANARI, 2020; RUJANO-BALZAR, 2021).

Na literatura, muitos estudos relataram as vantagens do uso das tecnologias digitais no ensino de histologia. As principais vantagens podem ser agrupadas da seguinte forma:

- ✚ Com as tecnologias digitais, a forma de ensinar e aprender a histologia evoluiu de uma abordagem tradicional, baseada em sala de aula e laboratório, centrada em materiais impressos e microscópio óptico, para a aprendizagem mais flexibilizada, baseada em recursos eletrônicos (CHAPMAN; LEE; SWAILES, 2020; CHIMMALGI;

HORTSCH, 2022; HORTSCH, 2023). Essa possibilidade poderá melhorar à prática educacional.

- ✚ Por meio da *internet*, as tecnologias digitais permitem o acesso ao conteúdo teórico e prático de histologia independentemente de horário e local. Assim, tornou-se possível revisar o conteúdo prático que só poderia ser visualizado no laboratório com uso do microscópio tradicional (GOLDBERG; DINTZIS, 2007; SANTA-ROSA; STRUCHINER, 2011; LEE et al., 2020). Esta possibilidade pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades interpretativas e de pensamento crítico, alcançadas após exposição repetida das imagens histológicas (PIERETTE, 2018; RUJANO-BALZA, 2021). O uso das tecnologias digitais também permite interação e comunicação dentro e fora do ambiente de sala de aula (MIONE; VALCKE; CORNELISSEN, 2013).
- ✚ As tecnologias digitais permitem um número ilimitado de alunos examinar simultaneamente a mesma estrutura histológica sem restrição de espaço geográfico (PAULSEN; EICHHORN; BRAUER, 2010; SIVIERO; OLIVEIRA, 2016; SILVA; NUNES; RAMOS, 2022; TAUBER et al., 2021). Estas vantagens superam a microscopia óptica e recursos didáticos impressos, uma vez que favorecem a discussão e aprendizagem colaborativa, trabalho em grupo ou aprendizagem baseada em equipe, ensino à distância ou aulas remotas (MIONE; VALECKE; CORNELISSEN, 2013; AMER; NEMENQANI, 2020; CARUSO, 2020), principalmente em situações emergenciais, como a pandemia de COVID-19, em que o ensino presencial não poderia acontecer (AMER; NEMENQANI, 2020; CARUSO, 2020).
- ✚ A implementação de tecnologias digitais no processo de ensino de histologia também permite o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem interativos, onde os alunos podem manipular e anotar as imagens, interagir com o conteúdo e se apropriarem dele (SILVA-LÓPES; MONTEIRO-LEAL, 2003; HELLE; NIVALA; KRONQVIST, 2013; SIVIERO; OLIVEIRA, 2016; MONTANARI, 2016; PIERETTE, 2018; CARUSO, 2021; SILVA; NUNES; RAMOS, 2022), situações muito diferentes do que ocorre no ensino tradicional (SIVIERO; OLIVEIRA, 2016). Isso pode aumentar o envolvimento ativo do aluno com o conteúdo e, conseqüentemente, melhorar a sua aprendizagem.
- ✚ A anotação de imagens histológicas ajuda os alunos a se apropriarem do processo de construção do seu próprio conhecimento, por meio da aprendizagem autodirigida (PIERETTE, 2018; CARUSO, 2021), estabelecer uma compreensão mais profunda do

material (GOLDBERG; DINTZIS, 2007), além da possibilidade de *feedback* imediata (MIONE; VALECKE; CORNELISSEN, 2013).

- ✚ A longo prazo, as tecnologias digitais diminuem os custos de manutenção de laboratório físico da microscopia (GOLDBERG; DINTZIS, 2007). Não há necessidade de microscópios individuais ou um conjunto de lâminas de vidro para cada aluno (MIONE; VALECKE; CORNELISSEN, 2013).

Um crescente corpo de pesquisa demonstrou o potencial do uso das tecnologias digitais no ensino e aprendizagem de histologia. Uma meta-análise que comparou o uso de recurso virtual e microscopia óptica em lâminas histológicas, relatou maior conhecimento pelos estudantes expostos à microscopia virtual (WILSON et al., 2016). Em pesquisa experimental, os autores observaram maior desempenho e melhor percepção entre os estudantes que tiveram acesso à tecnologia digital, especialmente por essa facilitar a visualização das estruturas histológicas (BECERRA et al., 2018). Todavia, os pesquisadores sugeriram a necessidade de novos estudos para avaliar mais apropriadamente a influência dessas tecnologias no processo de ensino e aprendizagem (HELLE et al., 2013; BECERRA et al., 2018; KOURY et al., 2019).

### **1.3 Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no Ensino de Histologia**

Nas últimas décadas, a educação tem sido alvo de inúmeros estudos, debates e reflexões que, em linhas gerais, visam aperfeiçoar os processos de ensino e aprendizagem em diversas áreas de conhecimento. Dentre as temáticas abordadas pelas pesquisas educacionais, destaca-se o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC).

As TDIC ou simplesmente Tecnologias Digitais (TD) são elementos diferenciais da nova era das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Elas englobam um conjunto abrangente de recursos, como vídeos, aplicativos, *smartphones*, *tablets*, imagens, consoles, atlas virtuais e jogos virtuais, que se combinam para formar novas formas de tecnologias (VALENTE, 2013; LIMA et al., 2019). Tulinayo, Ssentume e Najjuma (2018) definem as tecnologias digitais como um conjunto de ferramentas, serviços e aplicações que utilizam diversos tipos de *hardware* e *software* para criar, processar, armazenar, transmitir e exibir informações de forma digital.

Além de possibilitarem o acesso às informações (RUMANYIKA; GALAN, 2015; AKBAR, 2016; HORTSCH, 2023), as tecnologias digitais oferecem uma ampla gama de

possibilidades, proporcionando aos professores oportunidades inovadoras de ensino que rompem com paradigmas tradicionais, ao mesmo tempo em que oferecem aos alunos condições ideais para construir seu próprio conhecimento (LACATELLI; ZOCH; TRENTIN, 2015). Elas podem aprimorar o processo educacional, abrindo caminho para a implementação de abordagens pedagógicas inovadoras, como as metodologias ativas, que permitem aos alunos desempenharem um papel mais ativo e autônomo na aprendizagem (LACATELLI; ZOCH; TRENTIN, 2015; TULINAYO; SSENTUME; NAJJUMA, 2018).

De acordo com Koh (2013), as tecnologias digitais podem contribuir para a aprendizagem significativa, permitindo que os alunos manipulem ativamente objetos de aprendizagem e observem os resultados; construam conhecimento, refletindo e articulando sua compreensão pessoal do fenômeno; envolvam-se na resolução de problemas do mundo real; estabeleçam metas e planejem seus próprios caminhos de aprendizagem; e trabalhem de forma colaborativa.

Um exemplo das TIC que podem ser utilizadas no ensino da histologia é o atlas virtual. Esse é uma ferramenta computacional construída a partir de conceitos de computação gráfica, processamento de imagem e realidade virtual, que disponibiliza objetos tridimensionais, a fim de permitir o estudo de um ou mais elementos (SILVA, 2016). O atlas virtual permite uma redução expressiva no tempo laboratorial e facilita a apresentação de uma imagem a um grupo maior de estudantes, podendo contribuir para a discussão em grupo, geralmente difícil de ocorrer pelo isolamento ocasionado pela microscopia óptica (RHEINGANTZ et al., 2019).

Entretanto, o uso de atlas virtual no processo de ensino e aprendizagem em histologia não substitui a microscopia óptica. Contudo, ele representa uma estratégia relevante para o aprendizado por proporcionar, dentre outros fatores, o aumento do tempo de contato do estudante com o conteúdo; favorecimento do compartilhamento de dados por transmissão via redes de computadores e oferta de vantagens consideráveis, como facilidade de navegação, qualidade da imagem, presença de símbolos nas imagens e legendas com texto informativo adicional, acesso remoto ao conteúdo e possibilidade de interação (WEAKER; HERBERT, 2009). Ainda, as imagens digitalizadas podem ser armazenadas e usadas indefinidamente a um custo mínimo, permitindo uma economia a longo prazo.

Assim, percebe-se que a utilização do atlas virtual no ensino das ciências morfofuncionais, principalmente na disciplina de histologia, é um avanço significativo na aprendizagem dos estudantes por facilitar o conhecimento, independentemente da hora e lugar. Além disso, o estudante controla o seu ritmo e método de aprendizagem. Sabe-se ainda

que o atlas viabiliza a participação ativa, crítica, criativa e interativa do estudante no processo de ensino-aprendizagem. Essa interatividade é importante na aquisição do conhecimento e desenvolvimento de habilidades cognitivas (SILVA, PEREIRA, 2013).

## **2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

A teoria da aprendizagem significativa proposta pelo psicólogo norte-americano David Paulo Ausubel, na década de sessenta do século passado, é uma concepção cognitivista na medida em que busca explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento (CRUZ, 2011; MANSONI, 2011). Também pode ser concebida como uma abordagem construtivista ao envolver a compreensão de que o aprender, além de ser individual, ocorre na relação do ser que aprende com o objeto do conhecimento ou na sua interação com outras pessoas em um contexto socialmente cultural (MANSONI, 2011).

Como outros teóricos do construtivismo, Ausubel acreditava na existência de uma estrutura cognitiva, na qual o conhecimento é ancorado, organizado e armazenado, podendo ser utilizado (CRUZ, 2011). Todavia, diferentemente de Piaget e Vygotsky que desenvolveram estudos sobre o processo de aprendizagem, privilegiando, respectivamente, o desenvolvimento cognitivo e a interação social, a preocupação de Ausubel estava na aprendizagem que ocorre no dia a dia na sala de aula e seus fatores determinantes (AUSUBEL, 2000; PILIZZARI et al., 2002; PUHL et al., 2020).

Segundo Puhl et al. (2020), a teoria ausubeliana é a primeira abordagem teórica que considera o conhecimento prévio do aprendiz como um fator fundamental e determinante para o processo da aprendizagem. Pilizzari et al. (2002) destacaram ainda o fato dessa teoria buscar explicações do processo de ensino e aprendizagem escolar a partir de um marco distante dos princípios conteudista. De fato, para Ausubel (2000), ensinar significa criar as condições que favorecem a aprendizagem. Este último, consiste na “ampliação” da estrutura cognitiva do aprendiz, por meio da incorporação de novas informações a ela, podendo ocorrer de forma mecânica ou significativa.

A aprendizagem mecânica é definida como aprendizagem em que não ocorre a interação entre o material estudado com o conhecimento prévio do aprendiz. Ela se dá com a absorção literária e não substantiva da nova informação, sendo caracterizada pela memorização e reprodução da informação (AUSUBEL, 2000; MOREIRA, 2006). De acordo com Ausubel (2000), a aprendizagem por memorização não enriquece ou amplia o conhecimento. Em outras palavras, armazenar informações dessa forma nas estruturas cognitivas não assegura que elas serão utilizadas adequadamente. Geralmente, o aluno não consegue expressar essas informações de maneira diferente daquela em que foram inicialmente apresentadas (CRUZ, 2011).

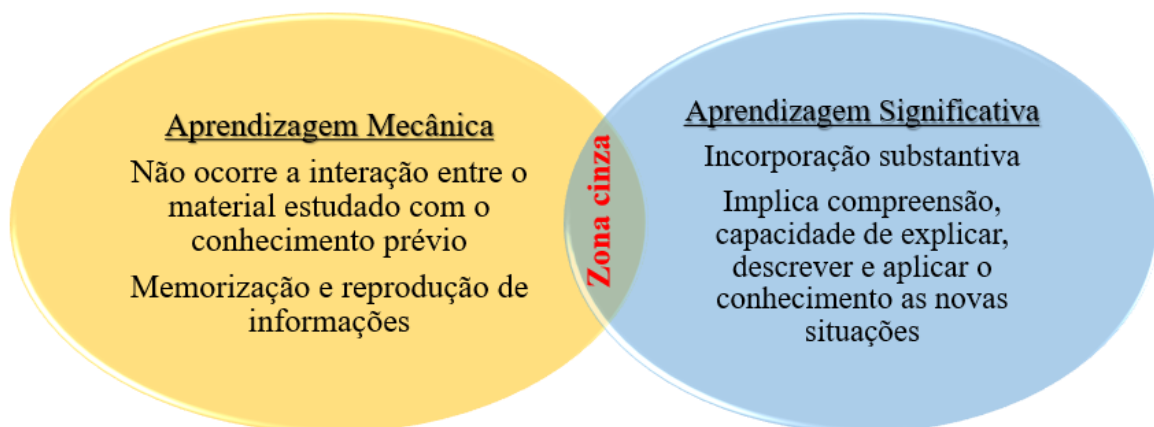
Por outro lado, a aprendizagem significativa consiste em atribuir significado ao novo



conhecimento a partir da interação com o conhecimento existente nas estruturas cognitivas do aprendiz. Ela é definida como a capacidade de compreender e relacionar conceitos, ligando-os ao conhecimento prévio (AUSUBEL, 2000). Esse tipo de aprendizagem só tem lugar quando as novas ideias se relacionam de forma não arbitrária e substantiva com as ideias já existentes. Entende-se a não arbitrariedade quando há uma relação lógica e explícita entre a nova ideia e alguma outra já existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Já substantividade diz respeito a capacidade do aprendiz de explicar as novas ideias com as suas próprias palavras (CRUZ, 2011).

Na figura 2, Moreira (2012a), apesar de reconhecer que aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa não constituem uma dicotomia, também reconhece que a primeira é que mais ocorre nas escolas, caracterizada por aprendizagem sem significado e puramente memorística, servindo apenas para as provas. Diferentemente do que ocorre na aprendizagem significativa, a incorporação de novos conhecimentos à estrutura cognitiva com significado, compreensão, capacidade de explicar e aplicar o conhecimento às novas situações. A zona cinza representa o que ocorre na sala de aula, ou seja, a forma como adquire conhecimento. Se for potencialmente significativo, a aprendizagem tende a ser significativa.

**Figura 2.** Diagrama sobre a diferença entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa.



**Fonte:** Elaborado pelo autor de acordo com o estudo de Moreira (2012a).

Na aprendizagem significativa, o conhecimento prévio funciona como ponto de ancoragem, possibilitando a conexão com a nova informação, ao qual Ausubel chama de “*Subsunçor*” (PILIZZARI et al., 2002; MOREIRA, 2012a; 2012b). Este, pode ser

compreendido como uma ideia, um construto, uma imagem, uma representação, um modelo ou uma proposição existente nas estruturas cognitivas do aprendiz, capaz de alicerçar uma nova informação de modo que ela adquira significado para o aprendiz. O “*Subsunçor*” é considerado elemento mais importante para a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2000). Na sua ausência, Ausubel propõe o uso de organizadores prévios como estratégia para facilitar a aprendizagem significativa. Estes, podem ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação, uma imagem. Permitem criar um elo entre o conhecimento existente com o que o aluno deveria saber para que a nova informação seja assimilada de forma significativa (MOREIRA, 2012b).

Além disso, a aprendizagem significativa passa pela escolha do aluno de aprender de forma significativa, excluindo toda a imposição de métodos arbitrários de aprendizagem mecânica (CHROBAK, 2017). Isso não se trata de gostar ou não do conteúdo ou disciplina, mas que aluno esteja disposto a relacionar as novas informações à sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2012b). Outra condição está relacionada ao material de ensino. Este deve ser potencialmente significativo e organizado de uma maneira que o aluno consiga relacioná-lo de modo substancial e não arbitrário com conceitos relevantes na estrutura cognitiva (PILIZZARI et al., 2002; PADILHA; SUTIL; PINTO, 2014).

Assim, a estrutura da teoria da aprendizagem significativa para a ação sustentada que os alunos aprendem melhor quando há uma interação entre o “*Subsunçor*” relevante e o novo conhecimento (onde ocorre a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora) (MOREIRA, 2012b). Ele postula ainda que os alunos aprendem significativamente pela disposição. Neste caso, o envolvimento ativo do aluno no processo de ensino e aprendizagem é um elemento-chave. Um aluno mentalmente ativo é comumente caracterizado como aquele que está interessado e envolvido na atividade de aprendizagem (GRUNWALD; CORSBIE-MASSAY, 2006). Essa compreensão pode ajudar no desenvolvimento de tecnologias digitais voltadas para o ensino à luz da teoria da aprendizagem significativa.

### 3 RELEVÂNCIA E/OU JUSTIFICATIVA

Avaliando-se a realidade vivenciada no ensino da histologia e a necessidade de utilização de recursos tecnológicos nesse processo, a presente pesquisa surge como um meio de ampliar os estudos sobre a temática e fomentar a utilização de tecnologias digitais que poderão colaborar na formação mais qualificada e autônoma do estudante na área das ciências morfofuncionais. Realmente, a experiência e expertise dos docentes e profissionais da saúde e da Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) participantes desse estudo foram fundamentais na obtenção de um produto tecnológico capaz de interferir significativamente no conhecimento e atitude de estudantes.

A necessidade de elaboração e validação das tecnologias digitais é particularmente importante se considerado que, na Universidade Federal do Ceará (UFC), há poucas opções desses recursos, principalmente no que se refere à disciplina de histologia. O mesmo também é constatado na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), local em que o estudo diagnóstico foi realizado.

De fato, apesar da elaboração de um atlas por uma equipe da UFC - Campus Cariri (Esmeraldo et al., 2013) para o estudo da histologia e biologia celular na área médica, os autores enfatizaram o desenvolvimento da tecnologia, não se detendo ao processo de validação por juízes. Conseqüentemente, seu uso no processo de ensino-aprendizagem dos cursos da área da saúde pode ser comprometido.

Assim, diante dessas dificuldades, torna-se necessário o desenvolvimento e a validação de um atlas virtual interativo que poderá contribuir para uma formação mais qualificada do estudante na área das ciências morfofuncionais, por envolver a experiência e expertise de profissionais do campo da saúde e TIC, além de proporcionar ao estudante uma autonomia de aprendizagem.

Nesse âmbito, esse trabalho, ao visar o desenvolvimento, a validação e o efeito da aplicação de um atlas virtual interativo, envolvendo estudiosos e/ou docentes da área da histologia e ciências da computação, alinha-se às diretrizes da UFC e aos princípios do Programa de Pós-graduação em Ciências Morfofuncionais. Esse destaca a necessidade e a importância da formação de pessoal qualificado nessa área da ciência, além de propor a formação de rede de pesquisadores em morfologia e de recursos humanos para a produção do conhecimento na área e melhoria do ensino em morfologia (PCMF, 2015).

Além dos argumentos acima mencionados, a realização desta pesquisa poderá contribuir

com os objetivos da UFC. Tais objetivos englobam a provisão de ensino para a formação de profissionais capacitados para atividades técnicas e culturais, bem como a promoção de pesquisa e estímulo à criação para enriquecer o repertório de conhecimentos e técnicas em áreas específicas. Ademais, a iniciativa visa fornecer formação, educação continuada e capacitação em diversas áreas do conhecimento, com o intuito de preparar os alunos para o exercício de atividades profissionais e para contribuir ativamente para o desenvolvimento socioeconômico e cultural da região (UFC, 2017).

Também corrobora com as diretrizes da UNILAB. Nesse âmbito, esse estudo, ao possibilitar o intercâmbio educacional entre a UNILAB, municípios da Região do Maciço de Baturité e países que compõem a Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP), propiciará o acesso a informações importantes para a formação adequada do estudante do ensino fundamental e médio, universitários, professores e profissionais de saúde dessas diferentes áreas.

A validação do atlas poderá contribuir com educação a distância de qualidade, principalmente em crises de saúde pública, como a pandemia do coronavírus 19 (COVID-19), onde a prática de distanciamento social foi considerada principal medida para conter a propagação do vírus, assim, afetando as aulas presenciais. Ainda, os resultados desta pesquisa poderão propiciar o estabelecimento de parcerias entre diferentes instituições de ensino, municípios e países para a promoção de atividades acadêmicas capazes de intervir em problemas vivenciados pela população.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo Geral**

Investigar evidências, impacto socioeconômico e validação de tecnologias digitais no ensino de histologia

### **4.2 Objetivos Específicos**

Resumir as evidências científicas sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação no ensino de histologia e discutir suas implicações;

Investigar o impacto das condições socioeconômicas, os hábitos de estudo e acesso à tecnologia no processo de aprendizado de histologia de estudantes durante a pandemia por COVID-19;

Validar o conteúdo e a técnica de um atlas virtual no processo de ensino e aprendizagem de histologia.

## 5 CAPÍTULOS

### Regimento

Esta Tese de Doutorado baseia-se no Artigo 37º do Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação em Ciências Morfofuncionais da Universidade Federal do Ceará, que regulamenta o formato alternativo para dissertações de Mestrado e teses de Doutorado. Para responder aos objetivos desta tese, os resultados serão apresentados no formato de três artigos acadêmicos, redigidos de acordo com as normas da revista, cada um deles abordando um aspecto do trabalho.

#### Artigo 1:

**Digital information and communication technologies on histology learning: What to expect?—An integrative review**

Periódico: Anatomia, Histologia, Embryologia

Qualis capes: A4 – Ciências Biológicas II

Fator de Impacto: 0.9 (2022)

#### Artigo 2:

**The Impact of Students' Socio-economic Background, Study Habits, and Technology Access on Their Histology Learning Strategy during the COVID-19 Pandemic**

Periódico: Medical Science Educator

Qualis capes: B2 – Ciências Biológicas II

Fator de Impacto: 1.7

DADOS DO PARECER – CEP

Número do Parecer: 4.566.045

CAAE: 40716820.3.1001.5054

#### Artigo 3:

**VALIDAÇÃO DE UM ATLAS VIRTUAL PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE HISTOLOGIA: ESTUDO METODOLÓGICO**

Periódico: Revista Brasileira de Educação Médica

Qualis capes: B1 – Ciências Biológicas II

DADOS DO PARECER – CEP

Número do Parecer: 4.566.045

CAAE: 40716820.3.1001.5054

## 5.1 ARTIGO 1

### **Digital information and communication technologies on histology learning: What to expect?—An integrative review**

Davide Carlos Joaquim<sup>1</sup>, Michael Hortsch<sup>2</sup>, Andrea Soares Rocha da Silva<sup>3</sup>, Priscila Barros David<sup>4</sup>, Ana Caroline Rocha de Melo Leite<sup>5</sup>, Virgínia Cláudia Carneiro Girão-Carmona<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Morphology, Faculty of Medicine, Federal University of Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brazil.

<sup>2</sup>Departments of Cell and Developmental Biology and of Learning Health Sciences, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA.

<sup>3</sup>Department of Physiotherapy, Faculty of Medicine, Federal University of Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brazil.

<sup>4</sup>UFC Virtual Institute, Federal University of Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brazil

<sup>5</sup>Institute of Health Sciences, University of International Integration of the Afro-Brazilian Lusophony (UNILAB), Redenção, CE, Brazil.

#### Correspondence

Virgínia Cláudia Carneiro Girão-Carmona,

Federal University of Ceará, Morphology Department, Rua Delmiro de Farias, S/N, Rodolfo Teófilo – Zip Code – 60.430-170 – Fortaleza – Ceará – Brazil.

Email: [virginia.girao@ufc.br](mailto:virginia.girao@ufc.br)

#### **Abstract**

This integrative review summarizes the scientific evidence about the use of information and communication technologies in the teaching of histology and discusses its implications. The authors used the descriptors 'Educational Technology', 'Information Technology', 'Histology', 'Teaching', 'Learning', and their corresponding Portuguese translation for a comprehensive search of the published literature. This research was performed in May 2020 and targeted the PubMed, SciELO, LILACS, WOS, and SCOPUS databases. Studies published between 2010 and 2020 in Portuguese, English, and Spanish were included in the analysis. After excluding dissertations, reports, and duplicate reviews, 11 articles were identified for an in-depth analysis, which discussed the use of different technologies, such as digital platforms, mobile apps, virtual microscopy, and video classes for the teaching of histology. All studies concluded that these technologies could have a considerable impact, both positive and negative, on academic performance, the correct interpretation of histological structures, as well as students' motivation and satisfaction. The authors' analysis indicates that the use of the above-mentioned technologies in combination with traditional methods has the potential of transforming the teaching and learning process for histology. However, how such technologies impact students' learning success needs to be carefully considered.

**KEYWORDS:** digital information and communication technologies, education, e-learning, histology, teaching

## 1 INTRODUCTION

The advent of computers and digitized images had a great impact on education in general, but particularly on the morphofunctional sciences that are highly dependent on the intensive use of images (Bloodgood & Ogilvie, 2006). In biomedical education, curricular changes affecting basic science courses have contributed to an increased use of Digital Information and Communication Technologies (DICT). Many educational institutions are faced with such changes, often caused by financial constraints which resulted in a reduced length for students' laboratories sessions (Drake et al., 2014; Rheingantz et al., 2019). The aim of this increased use of DICT is to maintain or improve the quality of teaching for these basic science subjects, to use teaching time more efficiently, as well as to offer more theoretical and practical content (Rheingantz et al., 2019). Including a wide variety of computer systems, hardware and software, as well as Internet technologies and mobile apps, DICT encompass technological strategies that allow users to easily create, access, store, transmit, and manipulate information (Sallai, 2012). For students, the addition of or the increased access to these technologies allows them to individualize their pace of learning and it stimulates the development of research and creativity in and outside of the classroom (Nóbrega et al., 2018).

From this perspective, the use of DICT for the teaching of histology represents an excellent choice for this subject which is based on the recognition and analysis of images. Especially, virtual microscopy and interactive virtual atlases offer students the panoramic views of microscopic samples and allow detailed and in-depth analyses of histological structures and foster learning through informative texts, including those highlighted by moving the cursor over the image (Chapman et al., 2020; Nwizu et al., 2017). DICT also allow students to access to content anytime and anywhere, as well as provide interactivity and learning opportunities that are normally guided by an educator (Donkin et al., 2019).

In addition to these benefits, the use of virtual microscopy for histology permits the observation of an image by more than one student at the same time (Alotaibi and ALQahtani, 2016). In the medium and long term, the duplication of digital images, their easy storage, sharing, management, and indefinite use and/or the use of virtual



microscopy offer a significant reduction of costs when compared with the production and maintenance of glass slides and the purchase of light microscopes. Furthermore, hard-to-obtain and rare biological specimens become more accessible to all students (Nwizu et al., 2017; Sallai, 2012).

Regarding students' learning success in histology, published studies give contradictory outcomes when comparing the use of DICT with traditional histology instruction. Some studies report an improvement in students' performance after the introduction of new technological resources (Naurhia & Ramdass, 2019) and even suggest the complete substitution of traditional lectures in favour of e-learning strategies (Gadbury-Amyot et al., 2013). In addition, most students prefer e-learning resources (Holaday et al., 2013; Johnson et al., 2015). However, other researchers reported no significant improvement in the academic performance of students using digital technologies in their histology learning process (García-Iglesias et al., 2018).

As a result, some studies recommend the use of DICT only as complementary strategies to traditional histology education adding a new learning experience and improving the quality of histology education (Bains et al., 2011; Kuo & Leo, 2019). As a consequence, the debate over the importance of traditional microscopy for the development of skills of health professionals during clinical practice is still ongoing (Hortsch, 2013; Tian et al., 2014).

To better understand the real impact and possible benefits for students and health professionals of introducing DICT for histology education by institutions of higher education, this study was conducted to identify and evaluate the scientific evidence about the use of DICT for this specific basic biomedical subject. This review may also help educators and students who had to adapt to social distance learning during the COVID-19 pandemic, as mentioned in the publications of Darici et al. (2021) and Amer and Nemenqani (2020), to better understand the use of DICT for teaching and learning histology.

## **2 MATERIALS AND METHODS**

This research consists of an integrative review of the literature focusing on the use of DICT for the teaching of histology. In addition, it identified gaps in the literature that need to be filled (Botelho et al., 2011). It also critically analyses the existing

scientific evidence on the subject investigated.

This review was developed following a step-by-step strategy: (1) identification of the theme and drafting the research question; (2) definition of databases and establishment of inclusion and exclusion criteria of the studies; (3) determination of information to be obtained from the studies; (4) evaluation of the studies included in the integrative review; (5) interpretation of results; and (6) presentation of the review (Botelho et al., 2011).

### **2.1 Drafting the study's guiding question**

To draft the study's guiding question, we used the strategy Population, Variables and Outcomes (PVO), which is recommended for this type of study (Faram et al., 2014). Thus, as Population (P), the Teaching of Histology was established; as variables (V), the Digital Information and Communication Technologies (DICT); and as Outcomes (O), we opted to investigate the implications, which resulted in the formulation of the following guiding question: What are the implications of the use of Digital Information and Communication Technologies for the teaching of histology?

### **2.2 Search method and selection of publications**

The search and selection of publications took place in May 2020. The following databases were used: United States National Library of Medicine (PubMed), Scientific Electronic Library Online (SciELO), Latin-American and Caribbean Health Sciences Literature (LILACS, in Portuguese), Web of Science (WOS) and Scopus. We used descriptors from the Medical Subject Headings (MESH) and Health Science Descriptors (DECS, in Portuguese), represented by 'Educational Technology', 'Information Technology', 'Histology', 'Teaching' and 'Learning' and their corresponding translation in Portuguese. They were combined with the Boolean operators 'AND' and 'OR' for the simultaneous occurrence of these subjects.

### **2.3 Inclusion and exclusion criteria**

For this analysis, we included articles published in Portuguese, English, and Spanish, between 2010 and 2020 (Figure 1). We eliminated duplicates from various databases, as well as reviews, dissertations, and reports. To focus only on the most recent publications in the field, a 10-year time period was chosen. We followed the methodology of 'Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses' (PRISMA) for the selection of studies (Shamseer et al., 2015).

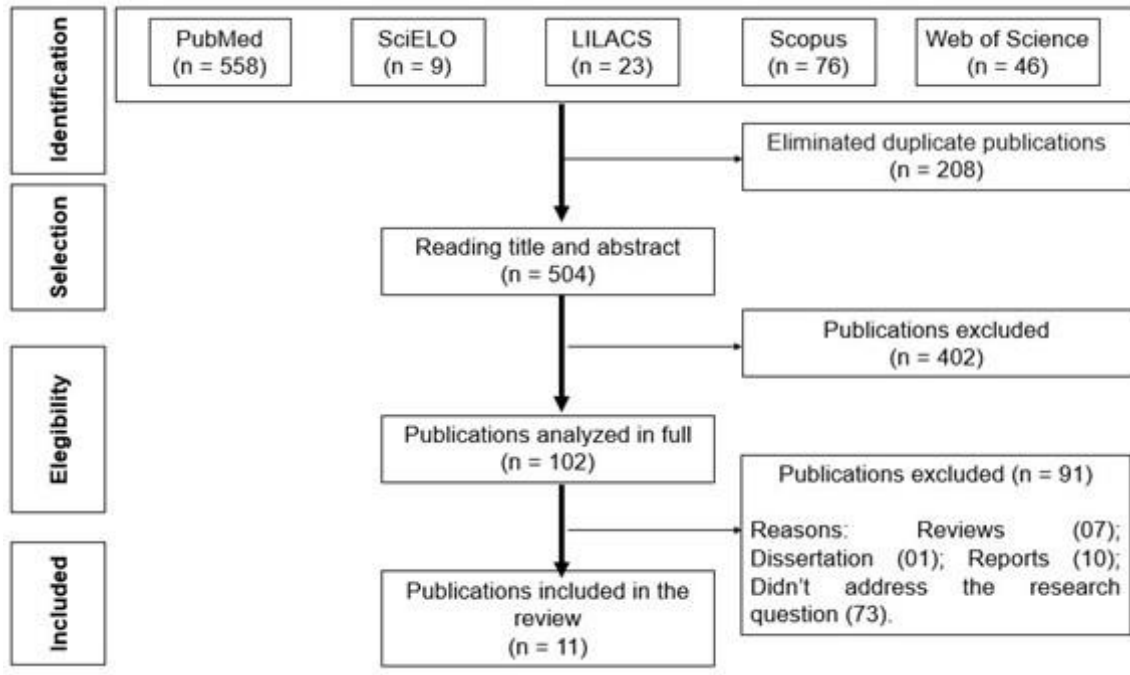


FIGURE 1 Flowchart describing the identification of studies used for this integrative review.

## 2.4 Data extraction and synthesis

The following information was extracted from the selected publications: (1) database and journal where the study was published; (2) authors; (3) year of publication; (4) study's country of origin; (5) type of study; (6) type of DICT; (7) objective; and (8) main results.

## 3 RESULTS

Of the 11 articles included in this study, 7 or 63.63% were found in Web of Science, three articles or 27.27% were found in Scopus and 1 or 9.09% in PubMed. 27.27% (n = 3) of the selected articles were published in the journal BMC Medical Education, 18.18% (n = 2) in Anatomical Sciences Education, and the remaining in six other scientific journals. Regarding the year of publication, 27.27% (n = 3) of the articles were published in 2019, 18.18% (n = 2) in 2018, and 18.18% (n = 2) in 2013. Most selected publications were published by authors located in the United States (27.27%—n = 3), and (18.18%—n = 2) by authors located in Finland (Table 1).

Regarding the type of study, experimental research articles were represented

with 27.27% (n = 3), followed by quasi-experimental with 27.27% (n = 3), and cohort studies with 18.18% (n = 2). Considering all the studies included in this review, 36.36% (n = 4) and 27.27% (n = 3) addressed online platforms and mobile apps as Digital Information and Communication Technologies, respectively. Most of the studies involved undergraduate medical students (54.54%—n = 6) and a smaller number of undergraduate veterinary medicine students (9.09%—n = 1).

**Table 1** Characterization of publications included in this review, by database, journal, authors, year, country, type of study, and type of technology investigated.

N.	Database	Journal	Authors and Year	Country	Type of study	Type of DICT*	Undergraduate course
1	PubMed	BMC Medical Education	Felszeghy et al., 2019	Finland	Quasi-Experimental	Mobile app	Medicine and Dentistry
2	Web of Science	BMC Medical Education	Donkin et al., 2019	Australia	Quasi-Experimental	Online platform	Medicine
3	Web of Science	Indian Journal of Pathology and Microbiology	Samal & Prakash, 2019	United States of America	Randomized Control	Virtual microscopy	Medicine
4	Web of Science	BMC Veterinary Research	García-Iglesias et al., 2018	Spain	Quasi-Experimental	Online platform	Veterinary Medicine
5	Scopus	Academic Pathology	Parker et al., 2017	United States of America	Cohort	Mobile app	Medicine
6	Scopus	Anatomical Sciences Education	Selvig et al., 2015	United States of America	Descriptive	Recorded lectures, online virtual microscopy	Medicine
7	Web of Science	International Journal of Morphology	Becerra et al., 2015	Chile	Experimental	Online platform	Dentistry
8	Web of Science	BMC Medical Education	Tian et al., 2014	China	Experimental	Virtual microscopy	Medicine
9	Scopus	Journal of Dental Education	Gadbury-Amyot et al., 2013	United States of America	Cohort	Online platform	Dentistry
10	Web of Science	Anatomical Sciences Education	Helle et al., 2013	Finland	Experimental	Online platform	Medicine
11	Web of Science	Procedia - Social and Behavioral Sciences	Golchai et al., 2012	Iran	Clinical trial	Mobile app	Medicine and Dentistry

\*Digital Information and Communication Technologies.

A majority of studies evaluated the effects on students' academic performance and compared DICT with traditional methods of instruction. The academic performance, precision in the diagnostic of histological structures, interactivity,

flexibility of time and space, students' motivation, and satisfaction were analysed and how these variables were influenced by DICT (Table 2).

**Table 2** Synthesis of information about the articles included in the review, according to objective, main results and recommendations.

N <sup>o</sup>	Objective	Main results
1	Investigates if Medicine and Odontology students using Kahoot participate more in the course and perform better in tests than students, who didn't use that technology in their histology course.	Didn't observe significant differences in the average scores between groups. Students, who received education based on gamification had higher grades in tests. Expressed satisfaction with the game, reported self-confidence, interactivity and preference to play in groups.
2	Analyzes whether students, who were enrolled in a science program for medical laboratories, engaged more with the theme and had higher grades, when receiving input from online videos and other resources.	Students who watched videos about specialized histology techniques or concluded an e-learning online module, showed significant increases in their final score. An increase in voluntary engagement was observed for the video group.
3	Compares the performance of students on standardized tests after learning histopathology with optical or virtual microscopy.	Students who used virtual microscopy showed better performance in both phases of the study. Most students expressed a preference for virtual microscopy.
4	Evaluates the usefulness of mixed class support in two basic courses of Veterinary Sciences to optimize the efficacy of the student support in a college environment.	Didn't find significant differences between courses without mentorships and with mentorships. However, observed an increase in approval rates when online mentorship took place.
5	Evaluates the effect of a web app on diagnostics, confidence and interest in histology in a cohort of medical students in the second year at the Washington University School of Medicine.	The app significantly increased precision in the identification of histological structures. Students reached 100% precision in most organs and more than 95% precision in 14 of 19 organs in the post-test.
6	Correlates academic performance in histology with educational motivation, learning strategy, and use of specific learning resources.	Students who reported previous experience with histology/pathology, perception that histology is important for their professional career and participated in learning guided by teachers had increased scores. Students who preferred to watch lecture videos, instead of in-person classes, exhibited a significantly worse academic performance.
7	Compares the academic performance and perception of students about three learning methods in the teaching of histology: digital versus optical microscopy, and a combination of both.	The group that used both systems had a greater percentage of correct answers for diagnostic and identification questions of tissue structures, in addition to obtaining significantly higher scores than the group that used only the digital system. Most students reported feeling motivated by the use of traditional method.
8	Describes and discusses the use of virtual microscopy for undergraduate students and evaluates the effects of promoting active learning and problem-solving skills.	There was no substantial difference between the two groups in the average score. The group that used virtual microscopy had better results in the categories "identification of tissue structure" and "case analysis questions".
9	Describes the transition of an oral histology course, from a traditional format to online hybrid.	Students in the online teaching modality had significantly higher average grade compared to students in the traditional teaching modality.
10	Evaluates students' reactions and the impact of various measures on increasing the understanding of histopathology emphasizing the knowledge of normal cells and tissues.	The experimental group had significant increase in the average grades in the exam carried out one week after the beginning of the course about knowledge of cells and tissues. Regarding knowledge of histopathology, the control group had significantly

11 Compares the effect of e-learning in a histology course for students from the University of Medical Sciences of Guilan.	higher average score. Results indicated that the intervention group had significantly higher average scores. The failure ratio in the intervention group was lower than in the control group.
--	---

## 4 DISCUSSION

This integrative review summarizes the scientific evidence for the use of DICT in the teaching of histology and its impact. The importance of this study is based on the observation that DICT are increasingly present in most students' lives and are valuable resources that offer new opportunities to interact and to create spaces to support the teaching-learning process (Donkin et al., 2019; Helle et al., 2013). Understanding their impact on the teaching of histology will contribute to maximize their potential and may direct future research in the field of morphological education.

Based on the number of studies identified in this report and comparing it with similar analyses in other fields of knowledge, research discussing the use and perspectives of DICT on the teaching of histology still requires additional work. Considering the distribution of the studies among the different databases, the relevance of the subject discussed in this report is evident, even though a large number of articles were listed in only one database. Furthermore, our results also indicate the importance of DICT for education in other health science fields (Mongeon & Paul-Hus, 2014).

Over recent years, more and more studies have been published in a wider variety of journals analysing and discussing the use of DICT in curricular development, performance evaluations, and in evidence-based medicine. Our results also indicate the importance of e-learning technologies in the education of other health science subjects (Rheingantz et al., 2019).

Most of the studies discussed in this review originate from the United States, indicating that significant changes have been implemented in histology education in that country. The main driving forces for this development are a reduction in the course load, time dedicated to anatomy instruction, the costs associated with the upkeep of optical microscopy laboratories, as well as the desire to improve the quality of histology education (Bloodgood & Ogilvie, 2006; McBride & Drake, 2018).

Most of the studies identified in our analysis are of an experimental or quasi-

experimental research nature, evaluating the results obtained after the implementation of DICT for the teaching of histology. In fact, these study types are considered the gold standard, since they use more rigorous research methods and consider the interference of casual relationships. To that end, they involve manipulation, control, and randomization (Polit & Beck, 2011).

According to Chapman et al. (2020), virtual microscopy can be defined as a software or app which works as a digital interface to simulate conventional microscopy. However, it is not difficult to find studies relating virtual microscopy to DICT. The possibility to zoom in or zoom out part of a histology image is another crucial concept to characterize the virtual microscope (Lima et al., 2020) while DICT, constitute technological strategies allowing users to easily create, access, store, transmit, and manipulate information (Sallai, 2012).

The most common technologies identified in this review were online platforms (Becerra et al., 2015; Felszeghy et al., 2019; Gadbury-Amyot et al., 2013; García-Iglesias et al., 2018; Helle et al., 2013; Tian et al., 2014) and mobile apps (Felszeghy et al., 2019; Parker et al., 2017). This was not unexpected as over the recent past, these resources have become important for the creation, transmission, and dissemination of knowledge (Becerra et al., 2015; Sallai, 2012). In addition, they allow for the design of a more flexible teaching environment (Helle et al., 2013) and for more innovative learning experiences (Gadbury-Amyot et al., 2013).

Another type of technology discussed in these studies was virtual microscopy (Naurhia & Ramdass, 2019; Tian et al., 2014), which is based on the complete, high-resolution digitization of tissue samples on glass slides. These digital files can subsequently be observed on computer screens, tablets, or smartphones with Internet access using a specialized viewer software (Chapman et al., 2020; Mione et al., 2013). This technology provides high-quality histological and pathological images to students. They can also be highlighted, annotated, and viewed at different levels of magnification (Chapman et al., 2020; Naurhia & Ramdass, 2019). Virtual microscope has many advantages for the study of cellular and tissue structures when compared with the traditional method, the use of glass slides and light microscopes. These advantages include easy access to learning material inside and outside of the laboratory, overcoming limitations of space, unavailability of equipment and rare specimens (Tian et al., 2014), and upkeep costs (Lee et al., 2018; Mione et al.,

2013). In addition, the virtual microscope enables an unlimited number of students to observe the same high-quality slides, which can be analysed and discussed in group settings (Tian et al., 2014).

The use of video-recorded lectures and instructional sessions is also mentioned in some reviewed articles (Donkin et al., 2019; Selvig et al., 2015). This is another important new technology in the teaching–learning environment for histology. Since this approach allows for a combination of visual and auditory sensations, a limited emotional teaching experience is possible (Bruno, 2010; Lima et al., 2019), as well as the sharing of content with clarity and dynamism, a connection with the students may be established and consequently learning and the development of skills are fostered (Lima et al., 2019).

Different digital technologies for teaching and learning histology, cytology, and histopathology have been applied in medicine, dentistry, and veterinary medicine undergraduate courses. These resources represent an opportunity for pedagogical innovation (Felszeghy et al., 2019; Gadbury-Amyot et al., 2013; García-Iglesias et al., 2018; Gatumu et al., 2014), especially for the active participation of students in the process of building their knowledge and for sharing learning responsibilities. In addition, they allow for active interactions with the digital technologies and for more flexibility in the teaching and learning process once it is independent of space and time (Gatumu et al., 2014).

It is important to point out that most studies were conducted with medical students. Only one survey was conducted with veterinary medicine students (García-Iglesias et al., 2018). This may be connected to changes in modern medical curricula, which call for more significant investments in technologies supporting education (Kuo & Leo, 2019) and clinical applications such as telepathology (Darici et al., 2021; Sagun & Arias, 2018).

Considering the publications discussed in this review, most of the students participated in first- or second-year undergraduate courses. Only three publications reported that students had previously studied cell biology, histology, and human physiology. Overall, prior experiences with educational technology may influence the ability of students to use conventional or virtual microscopy and to identify histological structures, ultimately impacting their academic performance. Previous exposure to histology and an undergraduate degree in science have been shown to correlate



positively with academic performance in medical histology (Selvig et al., 2015).

Although two studies identified in this review found no difference in academic performance after the introduction of e-learning strategies (Felszeghy et al., 2019; García-Iglesias et al., 2018), most studies reported statistically significant increases in the scores of students, who learned histology using technological information and communication resources, when compared with those using only traditional methods (Becerra et al., 2015; Donkin et al., 2019; Gadbury-Amyot et al., 2013; Golchai et al., 2012; Helle et al., 2013; Naurhia & Ramdass, 2019). These results give credence to DICT elevating students' learning success in histology.

In a study that evaluated the use of a mobile app by medical students at Washington University, students with access to the app exhibited significant increases in their ability of identifying histological structures and in their confidence and motivation to explore additional histological resources. These findings were considered beneficial for the teaching and learning process (Parker et al., 2017).

Another important factor in the learning process is the motivation of students. Motivated students are more active and participative in class and more proactive in knowledge acquisition and in obtaining more information (Marcuzzo et al., 2019; Selvig et al., 2015). Teaching practices requiring a more active participation by students and a greater involvement with the taught subject are more effective in knowledge retention (Guardia et al., 2019).

In almost all studies, the authors reported that DICT have transformed the teaching and learning of histology by increasing the flexibility of time and space for the learning process. In a study carried out in Finland that investigated medicine and odontology students during their first year of professional school, researchers evaluated the effect of gamification (gaming software Kahoot) on their learning of and interest in histology. Some results improving the students' learning success were highlighted, such as self-confidence, interactivity, and a preference to play in groups/teams (Felszeghy et al., 2019). Similar results were also reported in other studies included in this review (Becerra et al., 2015; Donkin et al., 2019; Parker et al., 2017).

DICT allow teachers and monitors to use various teaching strategies that contribute to the student's cognitive development. We highlight the use of gamification, video lessons, e-mails, and social networks to help students get

involved, to participate, and to get motivated for learning histology (Brandão et al., 2020; Santos, 2021). In addition to information accessibility, the game makes the teaching and learning process more fun and pleasurable, hence encouraging students to take on a leadership role (Brandão et al., 2020).

On the other hand, despite the many advantages of DICT, the reviewed studies also raise some questions about the use of these resources in the teaching of histology. It was noted that the introduction of DICT may have negative effects, such as a decrease in attendance and procrastination, as well as a lack of student participation in practical lessons, since they believe learning histology without teacher guidance is possible (Helle et al., 2013; Selvig et al., 2015; Zureick et al., 2018).

Therefore, it is of great importance that teachers create learning environments that stimulate students' participation in discussions and activities and ensure their engagement with the material by accessing the platform/indicated material and by responding to feedback about their academic performance (Gadbury-Amyot et al., 2013; Helle et al., 2013). Indeed, the use of DICT in education requires students to be actively involved in reading the material and performing the required educational tasks (Gadbury-Amyot et al., 2013).

Another issue concerns the use of static images for the teaching of histology. This approach does not replicate the use of traditional light microscopes and can negatively affect students' academic performance (Becerra et al., 2015). In addition, most DICT resources require Internet access (Golchai et al., 2012), which can limit their use, especially in developing countries. Other aspects, such as the student's lack of physical contact with biological material, familiarity with histological techniques or the three-dimensional observation of tissues, can be considered the biggest drawback if the use of a microscope in clinical practice or experimental research is needed in the learner's professional future (Faram et al., 2014).

It is important to consider that the methodology used to generate new resources or learning strategies was not always sufficiently described in the reports discussed in this analysis. The absence of this information raises questions about the validity of the conclusion presented. Educational technologies must be created based on trustworthy and reliable information and also present the topic in a way that students understand what is being asked of them and how they will be able to apply the newly acquired knowledge (Benevides et al., 2016).

Although great care was taken to identify the main publications that address the theme investigated, the number of electronic databases searched may be considered as a possible limitation of this review. Some relevant publications may not be listed in the databases used for this analysis. The use of only English and Portuguese descriptors may also have reduced the number of identified publications. In addition, the adopted time frame for the published studies may have limited this review. Moreover, there were some studies with restricted access. Only articles with free access and available in full were included. In a future review, it would be desirable to expand the search to additional databases and to include newer studies. This would further clarify and elucidate the implications of using DICT for the teaching of histology.

## **5 CONCLUSION**

In this integrative review, we identified published studies discussing the use of information and communication technologies for the teaching of histology and their impact on learning. The number of studies identified is low and they mostly describe the situation in developed countries, such as the United States and Finland. The technologies discussed in these studies were online platforms, mobile apps, virtual microscopy, and the use of video-recorded instruction. These technologies in combination with traditional teaching methods have the potential to transform the teaching–learning process for histology. When properly integrated into the curriculum, they have a considerable potential to positively impact academic performance, improve histological identification skills, enable interactive learning, provide time flexibility, as well as boost students' satisfaction and motivation.

Due to the limited number of scientific studies addressing the impact of technology on histology teaching and learning, we recommend additional research, using well-defined methodologies with scientific validation, to clarify its impact on students' learning success.

## **ACKNOWLEDGMENTS**

The authors are grateful for financial support of FUNCAP (Cearense Foundation of Scientific and Technological Support).

ORCID Davide Carlos Joaquim <https://orcid.org/0000-0003-0245-3110>

## REFERENCES

- Alotaibi, O., & ALQahtani, D. (2016). Measuring dental students' preference: A comparison of light microscopy and virtual microscopy as teaching tools in oral histology and pathology. *The Saudi Dental Journal*, 28(4), 169–173. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2015.11.002>
- Amer, M. G., & Nemenqani, D. M. (2020). Successful use of virtual microscopy in the assessment of practical histology during pandemic COVID-19: A descriptive study. *Journal of Microscopy and Ultrastructure*, 8, 156–161. [https://doi.org/10.4103/jmau.jmau\\_67\\_20](https://doi.org/10.4103/jmau.jmau_67_20)
- Bains, M., Reynolds, P. A., McDonald, F., & Sherriff, M. (2011). Effectiveness and acceptability of face-to-face, blended and e-learning: A randomised trial of orthodontic undergraduates. *European Journal of Dental Education*, 15(2), 110–117. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0579.2010.00651.x>
- Becerra G, D., Grob L. P, M., Rodríguez R, Á., Barker M, M. J., Consiglieri L, L., Ferri G, G., & Sabag S, N. (2015). Academic achievement and perception of two teaching methods in histology: light microscopy and digital systems. *International Journal of Morphology*, 33(3), 811–816. [http://www.intjmorphol.com/wp-content/uploads/2015/10/art\\_01\\_333.pdf](http://www.intjmorphol.com/wp-content/uploads/2015/10/art_01_333.pdf) <https://doi.org/10.4067/S0717-95022015000300001>
- Benevides, J. L., Coutinho, J. F. V., Pascoal, L. C., Joventino, E. S., Martins, M. C., Gubert, F., & Alves, A. M. (2016). Development and validation of educational technology for venous ulcer care. *Revista Da Escola Enfermagem Da USP*, 50(2), 309–316. <https://doi.org/10.1590/S0080-623420160000200018>
- Bloodgood, R. A., & Ogilvie, R. W. (2006). Trends in histology laboratory teaching in United States medical schools. *The Anatomical Record (Part B: The New Anatomist)*, 289B(5), 169–175. <https://doi.org/10.1002/ar.b.20111>
- Botelho, L. L. R., de Cunha, C. C. A., & Macedo M. (2011). O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. *Gestão E Soc. Revista Gestao e Sociedade*, 5(11), 121. <https://doi.org/10.21171/ges.v5i11.1220>
- Bruno, A. R. (2010). Aprendizagem Plástica e Integradora: Contribuições da Neurociência e sua Articulação com os Processos de Aprendizagem em Ambientes Virtuais. *Revista Digital Tecnologias Cognitivas*, 3, 4–19. <https://revistas.pucsp.br/teccogs/article/view/52982>
- Chapman, J. A., Lee, L. M. J., & Swailes, N. T. (2020). From scope to screen: The evolution of histology education. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1260, 75–107. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-47483-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-47483-6_5)
- da Lima, M. S. C., de Rodrigues, D. L., & Oliveira, C. T. A. (2020). Tecnologias digitais da informação e comunicação como ferramentas didáticas para potencializar o ensino na área de ciências biológicas. In: J. A. C. Gomes, & V. M. de Pontes [Orgs]. *As TDIC e o/no ensino presencial*. Pedro & João Editores, 65–79.
- Darici, D., Reissner, C., Brockhaus, J., & Missler, M. (2021). Implementation of a fully digital histology course in the anatomical teaching curriculum during COVID-19 pandemic. *Annals of Anatomy*, 236, 151718. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2021.151718>
- de Brandão, W. F. M., da Lima, T. C. S., Vieira, G. C., & Mendes, B. T. (2020).

Gamificação no Ensino da Histologia Humana. Dans: Anais do Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+e). Sociedade Brasileira de Computacao – SB, 445-52. <https://doi.org/https://doi.org/10.5753/ctrl.2020.11422> Donkin, R., Askew, E., & Stevenson, H. (2019). Video feedback and eLearning enhances laboratory skills and engagement in medical laboratory science students. *BMC Medical Education*, 19, 310. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1745-1>

Santos, M. M. (2021). A importância da monitoria acadêmica presencial de citologia, histologia e embriologia associada a vídeo-aulas no youtube. *Revista Interfaces Saúde, Humanas e Tecnologia*, 9(1), 983– 987. <https://doi.org/10.16891/2317-434X.v9.e1.a2021.pp983-987>

Drake, R. L., McBride, J. M., & Pawlina, W. (2014). An update on the status of anatomical sciences education in United States medical schools. *Anatomical Sciences Education*, 7(4), 321–325. <https://doi.org/10.1002/ase.1468>

Faram, D., Marin, C. M., & Barbosa, D. (2014). Avaliação da necessidade da revisão sistemática e a pergunta do estudo. In D. Barbosa, M. Taminato, D. Fram & A. Belasco (Eds.), *Enfermagem Baseada em Evidências* (pp. 21–28). Atheneu.

Felszeghy, S., Pasonen-Seppänen, S., Koskela, A., Nieminen, P., Härkönen, K., Paldanius, K. M. A., Gabbouj, S., Ketola, K., Hiltunen, M., Lundin, M., Haapaniemi, T., Sointu, E., Bauman, E. B., Gilbert, G. E., Morton, D., & Mahonen, A. (2019). Using online game-based platforms to improve student performance and engagement in histology teaching. *BMC Medical Education*, 19, 273. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1701-0>

Gadbury-Amyot, C. C., Singh, A. H., & Overman, P. R. (2013). Teaching with technology: Learning outcomes for a combined dental and dental hygiene online hybrid oral histology course. *Journal of Dental Education*, 77(6), 732–743. <https://doi.org/10.1002/j.0022--0337.2013.77.6.tb05525.x>

García-Iglesias, M. J., Pérez-Martínez, C., Gutiérrez-Martín, C. B., DíezLaiz, R., & Sahagún-Prieto, A. M. (2018). Mixed-method tutoring support improves learning outcomes of veterinary students in basic subjects. *BMC Veterinary Research*, 14(1), 35. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1330-6>

Gatumu, M. K., MacMillan, F. M., Langton, P. D., Headley, P. M., & Harris, J. R. (2014). Evaluation of usage of virtual microscopy for the study of histology in the medical, dental, and veterinary undergraduate programs of a UK University. *Anatomical Sciences Education*, 7, 389– 398. <https://doi.org/10.1002/ase.1425>

Golchai, B., Nazari, N., Hassani, F., & Bahadori, M. H. (2012). Computerbased E-teaching (virtual medical teaching) or traditional teaching: A comparison between medical and dentistry students. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 47, 2080–2083. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.952>

Guardia, J. J., Del Olmo, J. L., Roa, I., & Berlanga, V. (2019). Innovation in the teaching-learning process: The case of Kahoot! *On the Horizon*, 27(1), 35–45. <https://doi.org/10.1108/OTH-11-2018-0035>

Helle, L., Nivala, M., & Kronqvist, P. (2013). More technology, better learning resources, better learning? Lessons from adopting virtual microscopy in undergraduate medical education. *Anatomical Sciences Education*, 6(2), 73–80. <https://doi.org/10.1002/ase.1302>

Holaday, L., Selvig, D., Purkiss, J., & Hortsch, M. (2013). Preference of interactive electronic versus traditional learning resources by University of Michigan medical

- students during the first year histology component. *Medical Science Educator*, 23(4), 607–619. <https://doi.org/10.1007/BF03341688>
- Hortsch, M. (2013). Virtual biology: Teaching histology in the age of Facebook. *FASEB Journal*, 27(2), 411–413. <https://doi.org/10.1096/fj.13-0201ufm>
- Johnson, S., Purkiss, J., Holaday, L., Selvig, D., & Hortsch, M. (2015). Learning histology – Dental and medical students' study strategies. *European Journal of Dental Education*, 19(2), 65–73. <https://doi.org/10.1111/eje.12104>
- Kuo, K.-H., & Leo, J. M. (2019). Optical versus virtual microscope for medical education: A systematic review. *Anatomical Sciences Education*, 12(6), 678–685. <https://doi.org/10.1002/ase.1844>
- Lee, L. M. J., Goldman, H. M., & Hortsch, M. (2018). The virtual microscopy database-sharing digital microscope images for research and education. *Anatomical Sciences Education*, 11(5), 510–515. <https://doi.org/10.1002/ase.1774>
- Lima, V. S., Azevedo, N. A. D. A., Guimarães, J. M. X., Pereira, M. M., Agostinho Neto, J., Souza, L. M., Pequeno, A. M. C., & Sousa, M. D. S. D. (2019). Produção de vídeo-educacional: estratégia de formação docente para o ensino na saúde. *Revista Eletrônica Comunicação Informação E Inovação Em Saúde*, 13(2). <https://doi.org/10.29397/reciis.v13i2.1594>
- Marcuzzo, S., Campos, P. M., Schneider, J., & da Régis, C. (2019). Estratégias para motivar a aprendizagem da embriologia. *Revista Internacional de Educação Superior*, 5, e019011. <https://doi.org/https://doi.org/10.20396/riesup.v5i0.8653470>
- McBride, J. M., & Drake, R. L. (2018). National survey on anatomical sciences in medical education. *Anatomical Sciences Education*, 11(1), 7–14. <https://doi.org/10.1002/ase.1760>
- Mione, S., Valcke, M., & Cornelissen, M. (2013). Evaluation of virtual microscopy in medical histology teaching. *Anatomical Sciences Education*, 6(5), 307–315. <https://doi.org/10.1002/ase.1353>
- Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2014). The journal coverage of bibliometric databases: A comparison of Scopus and Web of Science. *Scientometrics*, 106(1), 1–6. <https://doi.org/10.13140/2.1.4759.7762>
- Naurhia, S., & Ramdass, P. (2019). Randomized cross-over study and a qualitative analysis comparing virtual microscopy and light microscopy for learning undergraduate histopathology. *Indian Journal of Pathology & Microbiology*, 62(1), 80–90. [https://doi.org/10.4103/ijpm.ijpm\\_241\\_18](https://doi.org/10.4103/ijpm.ijpm_241_18)
- Nóbrega, T. E., Carneiro Ribeiro, E., de Oliveira, K., Júnior, J., Costa Pereira, A., & Dias da Silva, M. A. (2018). 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*, 22, 63–72. <https://doi.org/https://doi.org/10.24215/18509959.22.e07>
- Nwizu, N. N., Owosho, A., & Ogbureke, K. U. E. (2017). Emerging paradigm of virtual-microscopy for histopathology diagnosis: Survey of US and Canadian oral pathology trainees. *British Dental Journal Open*, 3(1), 17013. <https://doi.org/10.1038/bdjopen.2017.13>
- Parker, E. U., Reder, N. P., Glasser, D., Henriksen, J., Kilgore, M. R., & Rendi, M. H. (2017). NDER: A novel web application for teaching histology to medical students. *Academic Pathology*, 4, 1–5. <https://doi.org/10.1177/2374289517691061>

Polit, D. F. & Beck, C. T. (2011). Fundamentos de pesquisa em enfermagem: avaliação de evidências para a prática da enfermagem. Artmed Editora.

Rheingantz, M. G. T., Oliveira, L. B. O., Minello, L. F., & Rodrigues, R. F. (2019). A importância do atlas virtual no ensino-aprendizagem da Histologia. *Brazilian Journal of Development*, 5(7), 8904–8912. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n7-094>

Sagun, L., & Arias, R. (2018). Patologia Digital: Uma Abordagem Inovadora para a Educação Médica. *Philippine Journal of Pathology*, 3(2), 7. <https://philippinejournalofpathology.org/index.php/PJP/article/view/1>

Sallai, G. (2012). Defining infocommunications and related terms. *Acta Polytech Hungarica*, 9(6), 5–15. Selvig, D., Holaday, L. W., Purkiss, J., & Hortsch, M. (2015). Correlating students' educational background, study habits, and resource usage with learning success in medical histology. *Anatomical Sciences Education*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.1002/ase.1449>

Shamseer, L., Moher, D., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., & Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: Elaboration and explanation. *BMJ*, 349, g7647. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7647>

Tian, Y., Xiao, W., Li, C., Liu, Y., Qin, M., Wu, Y. I., Xiao, L., & Li, H. (2014). Virtual microscopy system at Chinese medical university: An assisted teaching platform for promoting active learning and problem-solving skills. *BMC Medical Education*, 14(1), 74. <https://doi.org/10.1186/1472-6920-14-74>

Zoltowski, A. P. C., Costa, A. B., Teixeira, M. A. P., & Koller, S. H. (2014). Qualidade metodológica das revisões sistemáticas em periódicos de psicologia brasileiros. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 30(1), 97–104. <https://doi.org/10.1590/S0102-37722014000100012>

Zureick, A. H., Burk-Rafel, J., Purkiss, J. A., & Hortsch, M. (2018). The interrupted learner: How distractions during live and video lectures influence learning outcomes. *Anatomical Sciences Education*, 11(4), 366–376. <https://doi.org/10.1002/ase.1754>

How to cite this article: Joaquim, D. C., Hortsch, M., Silva, A. S. R. D., David, P. B., Leite, A. C. R. D. M., & Girão-Carmona, V. C. C. (2022). Digital Information and Communication Technologies on histology learning: What to expect?—An integrative review. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 51, 180–188. <https://doi.org/10.1111/ahe.12776>

## 5.2 ARTIGO 2

### **The Impact of Students' Socio-economic Background, Study Habits, and Technology Access on Their Histology Learning Strategy during the COVID-19 Pandemic**

**Davide Carlos Joaquim<sup>1</sup>; Ana Caroline Rocha de Melo Leite<sup>2</sup>; Letícia de Castro Viana<sup>1</sup>; Débora Letícia Moreira Mendes<sup>1</sup>; Ismael Pordeus Bezerra Furtado<sup>1</sup>; Juliana Jales de Hollanda Celestino<sup>2</sup>; Michael Hortsch<sup>3</sup>; Virgínia Cláudia Carneiro Girão-Carmona<sup>1</sup>**

✉Michael Hortsch

[hortsch@umich.edu](mailto:hortsch@umich.edu)

<sup>1</sup>Department of Morphology, Faculty of Medicine, Federal University of Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brazil.

<sup>2</sup>Institute of Health Sciences, University of International Integration of the Afro-Brazilian Lusophony (UNILAB), Redenção, CE, Brazil.

<sup>3</sup> Departments of Cell and Developmental Biology and of Learning Health Sciences, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA.

Davide Carlos Joaquim

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0245-3110>

Ana Caroline Rocha de Melo Leite

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9007-7970>

Letícia de Castro Viana

Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-4475-9241>

Débora Letícia Moreira Mendes

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9469-8208>

Ismael Pordeus Bezerra Furtado

Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-8504-1712>

Juliana Jales de Hollanda Celestino

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9930-7541>

Michael Hortsch

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3750-737X>

Virgínia Cláudia Carneiro Girão-Carmona

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0676-8585>

## **ABSTRACT**

**Introduction** With e-learning resources and strategies claiming an increasing role in medical



education, the question arises how students in developing countries and from socioeconomic disadvantaged strata of society deal with access challenges and what aspects affect their use of e-learning resources. This study's goal was to investigate the impact of the socioeconomic background on study habits and technology access for students at a public university in Brazil who participated in a histology course during the COVID-19 pandemic.

**Methods** A transversal, descriptive study with a quantitative approach was carried out with nursing, pharmacy, and biology students at the University of International Integration of the Afro-Brazilian Lusophony (UNILAB). The survey questions asked about socioeconomic aspects, histology study habits, and learning resources used for studying histology.

**Results** Of the 72 participating students, a majority was female, single, and had a minimum wage income or less. Smartphones and portable computers were preferred devices to access the internet and YouTube videos were a popular resource for histology learning. A significant negative association between the use of the internet for studying histology and socioeconomic factors was found for students whose parents had lower education levels. When comparing learning outcomes before and during the COVID-19 pandemic, all types of students showed significantly higher examination scores for histology in online modus.

**Conclusions** As students' academic performance improved during the COVID-19 pandemic, the presented data suggest that despite some access limitations, e-learning approaches may offer an equalizing opportunity for students from lower socioeconomic groups.

**Keywords** Information Technology; remote teaching; histology; learning; e-learning, COVID-19.

## **Introduction**

Histology is a basic subject in many curricula of the health sciences that addresses the morphology and arrangement of cells and their surrounding extracellular matrix in organs and tissues of multicellular organisms and correlates their structure with functional aspects [1–3]. This knowledge, associated with other basic sciences, like physiology and pathology, offers a scientific basis for clinical practice.

To understand histology concepts and to succeed when learning them, requires more than a simple memorization of cellular information or the recognition of histological structures under a microscope. It also involves the development of visual, analytical, and interpretive skills [3,4]. This process is influenced by multiple different factors, such as motivation and prior experiences with the material and correlated concepts, as well as their

perceived importance for future professional applications [5–7]. Consequently, developing advanced and consistent study habits for learning histology is very important for the academic learning process [6–9]. The published literature mentions planning of academic activities and a selection of the best learning strategies and resources, in addition to the dedicated study time as foundations for success in histology classes [9–11].

An additional factor when learning histology is the use of technology, more recently virtual microscopy, computers, and the internet [2,12]. There are considerable global differences in the availability of modern technologies that are used for teaching and learning histology, especially in developing countries [12]. The lack of advanced personal electronic learning tools and access to the internet may put students in developing countries and also students from underprivileged strata of society in developed countries at a disadvantage when studying subjects like histology [12,13]. In summary, the adaptation of successful study strategies [14–16] and the ability of accessing traditional and electronic learning resources [11,16] are important factors when learning histology, and both may be influenced by the socioeconomic background of students.

The recent COVID-19 pandemic posed new challenges, but also opportunities for histology teachers and learners [17–22]. Within a very short timeframe, most academic instruction, including histology education, had to shift to an online only mode. Consequently, in person lectures and laboratory instruction with optical microscope and histological slides were no longer possible and had to be replaced with online teaching and virtual microscopy [23,24]. In addition, as universities worldwide stayed closed for an extended time, students no longer had access to libraries with traditional printed materials, such as textbooks [11,25]. This necessitated the increased use of electronic devices such as computers, smartphones, or computer tablets by teachers and students [26]. The pandemic accelerated an already ongoing change to e-learning for histology education. The use of interactive websites, mobile applications, videos, e-books, and other e-learning tools for teaching and learning histology predates the COVID-19 pandemic [2,3] and this type of instruction is usually embraced by today's histology learners [27–30].

However, the implementation of e-learning strategies for histology has been rather uneven at the global scale [12] with many institutions, especially in developing countries, lacking the economic means and technical infrastructure to implement them. Similarly, students from socioeconomic-disadvantaged segments of society may be lacking an environment that encourages higher educational activities and be unable to obtain expensive personal electronic equipment and reliable access to the internet and other e-learning

resources [31,32].

The study presented in this paper was carried out at the University of International Integration of the Afro-Brazilian Lusophony (Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB), a public Brazilian University with a strong international character. Students at UNILAB originate from different Portuguese-speaking countries (Comunidade dos Países de Língua Portuguesa - CPLP), including Brazil, Portugal, and several African nations, and represent a wide range of cultural upbringings and economic conditions [33]. We investigated the impact of the socioeconomic background on study habits and technology access for histology learning by Brazilian and African students and the overall educational outcome in histology courses at UNILAB during the COVID-19 pandemic.

## **Materials and Methods**

### **Histology Curriculum at UNILAB**

The analysis described in this publication is an observational transversal study with a quantitative approach, that carried out with undergraduate students enrolled in the schools of nursing, pharmacy, and biology at UNILAB, which is located in the city of Redenção in the Brazilian State of Ceará. As of 2023, UNILAB had a total enrolment of 4,135 undergraduate students of which 2,996 (72.5%) are Brazilian nationals and 1,139 (27.5%) foreign students [34].

Prior to the COVID-19 pandemic, histology classes at UNILAB were expository theoretical classes followed by practical optical microscopy laboratory exercises. During the COVID-19 pandemic, histology classes were changed to remote teaching, which included synchronous and asynchronous educational activities. Didactic histology classes were taught via the Google Meet platform (Google Inc., Mountain View, CA, USA) using PowerPoint presentations (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA) and the Mentimeter platform (Mentimeter, Stockholm, Sweden) for brainstorming exercises. These classes were recorded and made available to students using the Integrated System of Academic Activities Management (SIGAA). Student questions were answered by teachers in synchronous Google Meet sessions. To reinforce important learning goals, links of questions formulated on the quiz platform were published in SIGAA. Practical histology sessions were also taught via Google Meet. Microphotographs were produced from histology glass slides in the UNILAB collection and supplemented with images from the Histology Guide [35] and other websites such as Microscopy On-Line (Universidade de São Paulo – USP) [36]. Summative assessments were performed online, with questions inserted in Google Forms and SIGAA.

The integrity of all online examinations was maintained by a mandatory open-camera policy.

### **Design and Application of Student Survey**

A total of 126 undergraduate students (35 biology, 46 nursing and 45 pharmacy students) enrolled in the courses of Histology and Human Embryology of semester 2020.2 were invited to participate in an online survey. After explaining the research project during a virtual classroom session, a link to an online Google Forms (Google Inc., Mountain View, CA, USA) was made available. This included the informed consent form and survey questions about students' socioeconomic background, histology study habits, and learning resources that were used for the course. The survey questions were based on and modified from previously published studies [37,38] and were co-developed and tested by the study's student collaborators. Questions about the survey form were received via a Whatsapp group and answered by the instructors of the course. Data were collected during the COVID-19 pandemic from March to July of 2021. Overall student performance scores were compiled from teachers' course notes.

### **Statistical Analysis**

The data were tabulated in Excel for Windows spreadsheets (Version 2013; Microsoft, Redmond, WA, USA) and analysed with the Epi Info program (Version 7.2.1.0; Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, GA, USA) and GraphPad Prism 7.0 program. To analyse correlations between different categories, the Chi-squared test and Fisher's exact test were applied. For quantitative variables, the Kolmogorov-Smirnov test was utilized to verify data normality. The Mann-Whitney test for non-parametric unpaired data was used to compare students' socioeconomic status and the use of learning strategies and e-learning resources. The Wilcoxon test for non-parametric paired data was used to compare the two datasets of number of hours per week studying histology with or without using the internet displayed in Figure 1. A significance level of  $p < 0.05$  was adopted.

## **Results**

### **Socioeconomic Profile of Histology Learners at UNILAB**

72 UNILAB students (31 biology, 20 nursing, and 21 pharmacy students) enrolled in a histology course in the 2020.2 semester out of 126 invited students completed the survey form (participation rate of 57.1%). Two thirds of participating students were Brazilian nationals with the rest comprising international students (Table 1). A similar split applied to female versus male students and almost 80% of respondents were single and not in a domestic relationship (Table 1). Over 40% of survey participants were biology students with the rest

almost equally divided between nursing and pharmacy students. Asked about the educational level of their parents, more than 51%/66% of study participants stated that their father/mother were either illiterate or completed no more than a primary school education and almost 74% of students answering that their family income at the time of the survey was at or below the Brazilian minimum wage level (Table 1).

### **Histology Study Strategies and Use of E-Learning Resources**

A set of survey questions asked students about their study strategies and resources used when learning histology during the COVID-19 pandemic. Slightly more than half the survey respondents preferred to study in groups rather than alone, something that was probably difficult to accomplish during the pandemic (Table 1). Most students also reported that they divided the learning load after each didactic segment up into more than one study sessions (Table 1). When asked how much time they spend each week learning histology either online or without the internet, survey participants answered that they spent significantly more time learning the subject using the internet than without internet help (Figure 1). This difference in internet use for histology learning was statistically highly significant (Wilcoxon test;  $p$ -value=0.00003).

When asked about software and hardware resources used in the course, e-learning resources were highly popular. Especially YouTube videos were used by more than 90% of UNILAB histology learners, with other e-learning resources, such as e-books, virtual atlases, and histology websites being slightly less popular but still outpacing traditional learning resources like printed books. Some e-learning tools, like mobile applications, social media, and podcasts, were only used by a minority of UNILAB histology students (Table 2). The most popular hardware device used to access histology e-learning resources were smartphones followed by laptop computers and computer tablets (Table 2).

### **Correlations between Students' Socioeconomic Status and the Use of Learning Strategies and E-Learning Resources**

With the internet being a central learning modality during the COVID-19 pandemic, we tested for correlations between socioeconomic factors and the use of the internet by UNILAB students learning histology. The only statistically significant correlations found were increases of study hours without the internet for students, whose parents' education had not progressed beyond primary school level (Table 3). No significant correlations were found between the use of specific hardware devices and internet access (Table 3). However, statistically significant correlations were observed between study habits for students, who studied more than one hour per week regardless of whether using or not using the internet (Table 4). These

students were more likely to immediately cover more than half of the material presented in each online session (Table 4).

### **Histology Learning Outcomes of UNILAB Students Before and During the COVID-19 Pandemic**

A comparison of the medians of students, who took histology courses before and during the COVID-19 pandemic, shows statistically significant better medians for the learning outcome during the pandemic, when distance-learning was enforced, for biology, nursing, as well as pharmacy students (Table 5).

### **Discussion**

The project described in this paper investigated the impact of the socioeconomic background of Brazilian and African students, who were enrolled in a histology course at UNILAB, on their study habits, technology access, and learning outcome during the COVID-19 pandemic. The results of this investigation allow for a more informed choice of teaching strategies and didactical resources for histology under distance-learning conditions. When analysing the socioeconomic profile of the study participants, it was similar to one published by the V National Socioeconomic Profile and Cultural Research of the students of Federal Institutions of Higher Education (V Pesquisa Nacional de Perfil Socioeconômico e Cultural dos Graduandos das Instituições Federais de Ensino Superior – 2018) [41]. The greater participation of Brazilian students reflects the larger number of these students at UNILAB [42]. The average age of 22.7 ( $\pm$  4.7) years of study participants is slightly lower than the average of students at UNILAB (25.17 years) [42], which is not surprising as histology is a subject that is usually taught early in most UNILAB curricula. Also, the greater participation of female students agrees with the higher number of women enrolled in Brazilian university degree programs [43]. This is particularly true for UNILAB [42]. The majority of participating students being single (Table 1) also reflects that Brazilian university students tend to marry later and rather prioritise their education and future professional career over early marriage and raising a family [44]. A majority of students, who participated in the survey, reported a family income of below or equal to minimum wage level (Table 1). Farias et al. [45] reported similar numbers and attributed that finding to the implementation of Law N° 12.711/2012 in Brazil that mandated at least 12.5% of places at Brazilian institutions of higher learning to be reserved for students of color or coming from low-income families. At UNILAB, the high number of students from African countries with a high level of economic inequalities [46] may have also influenced the numbers reported in Table 1. In summary, the

socioeconomic profile of UNILAB students that participated in the survey (Table 1) is generally representative of the student body at UNILAB and at some other Brazilian universities.

Students from lower socioeconomic strata of society are often the first in their family to attend high school and university and are usually missing role models to forge a successful academic career [47,48]. Relatively few students in Brazil and specifically at UNILAB have fathers with a complete high school education or mothers with a complete primary school education [49]. This is also true for African students at UNILAB, who come from countries in Africa, specifically Angola and Mozambique, where the access to academic education is still very limited [50]. The data in Table 1 also indicate a significant gender inequality for the educational level of students' fathers versus mothers. This may be the result of traditional expectations in Brazil that women should dedicate their time to housework chores and family care [51].

One important result of our analysis is that the parental socioeconomic level is inversely correlated with students' usage of the internet and e-learning resources (Table 3). Similar findings have been reported by other authors for students in other developing countries [52,53]. Specifically, we found that lower parental education levels were correlated with lower use of the internet and how the weekly course material was processed by learners (Tables 3 and 4). Negative, as well as potentially positive interactions between students' economic status and the use and success of e-learning approaches have been reported in several previous publications [54-56]. It appears that these relationships are complex and variable. Additional investigations are necessary to analyse them in more detail.

As the survey asked UNILAB students about their participation in a histology course during the COVID-19 pandemic, it might not be surprising that most respondents reported spending significantly more time using the internet than on non-internet learning activities (Figure 1). However, regardless of changes caused by COVID, histology education has been using more and more e-learning approaches for several past decades. A central aspect is the increasing use of virtual instead of traditional light microscopy for histology laboratory instruction [12,57]. E-learning tools and the internet offer students a plethora of learning resources and strategies for histology, while also being interconnective, interactive, and highly flexible concerning the time and location of their studies. These attributes are highly appealing to today's generation of students and might explain the popularity of these resources with histology learners [57,58].

Based on our results, it is interesting to compare learning approaches by UNILAB

students with their peers in developed countries. One such difference is the preference of histology learners at UNILAB to study in groups rather than alone (Table 1). This preference for group learning is surprising when considering the challenges of engaging in communal learning during the pandemic. However, this result may also be influenced by the complexity of the histology material [29], the sudden use of remote instruction [59], the feeling of social isolation during the COVID-19 pandemic [11], and the challenges of learning at home with additional distractions [60]. In contrast, students studying histology in developed countries often prefer a solitary mode of learning [6,61,62].

Another difference between learners in developing versus developed countries is the type of hardware being used for online studies. Although laptop and tablet computers were named as popular learning tools in our survey, 75% of UNILAB histology learners reported using their smartphone to access the internet for histology learning (Table 2). This mirrors reports from other developing countries about the popularity of smartphones as major electronic learning devices [63-66]. For histology learners in the US and other developed countries, smartphones are rarely used as learning tools [67,68]. This might be a consequence that personal computers and computer tablets are more affordable to students in these countries. Access to the internet, rather than the availability of personal computing devices is often identified as the main hindrance for online learners in developing countries, and several studies indicate that internet access is often correlates with socioeconomic status [31,32,58].

An aspect that is shared by biomedical learners from developing and developed countries is the use of YouTube videos, an observation that has also been reported for several biomedical subjects and educational environments [67,69-72]. The general popularity and ease of use may be major reasons for YouTube becoming a major educational resource for students learning histology and other biomedical subjects. However, as YouTube videos are often not created, nor reviewed by experts, the quality and reliability of their content remains questionable [69,73,74].

Table 2 indicates that UNILAB histology learners are abandoning the use of printed textbooks in favor of e-books. Just a few years earlier, printed books still represented the leading educational resource for histology learners in Brazil and in other developing countries [29,75]. The pandemic may have accelerated this shift from traditional printed textbooks to digital resources as university libraries were closed and thereby making printed material less accessible [76]. However, it reflects and follows a trend of e-learning resources replacing traditional textbooks that has been reported for many years in developed countries [28,61,77,78].



Surprisingly, despite the challenges forced upon UNILAB students by the COVID-19 pandemic, an analysis of median histology grades yielded a significantly higher average academic performance when compared to pre-pandemic conditions (Table 5). Several other authors, mostly from affluent countries, also reported improved student performance in their anatomy and histology courses that were offered online during the pandemic [19,20,24]. Some of these authors attributed the increased academic performance of their students to the incorporation of active learning and self-study components. These teaching strategies had previously been demonstrated of having the potential of improving the quality of histology instruction [18,79,80]. Several publications from developing countries, including Brazil, also report on the successful adaptation of online platforms for histology teaching during the COVID-19 pandemic [18,81,82].

However, not all publications addressing histology teaching during the pandemic years share a positive conclusion [17,83]. Although these two publications from Saudi Arabia and Malaysia, respectively, reported disapproving opinions by learners about online histology instruction during the COVID-19 pandemic, only Hanafy et al. [83] analysed learning outcomes and found significantly better scores for the conventional in-person teaching method versus the online modus. These opposing reports may indicate that other factors like the subject matter, teaching technologies and strategies likely play important roles for the success of remote learning strategies and may have different effects on students from developing countries and/or from a socioeconomic-challenged background.

Although the COVID-19 pandemic posed significant challenges for educational systems globally, our findings indicate that that the forced use of electronic educational resources and approaches during the pandemic also has the potential to benefit socioeconomic-disadvantaged students. However, we postulate that e-learning methods needs to be carefully introduced and sufficient support for students, especially those who are economically disadvantaged, needs to be provided.

### **Limitations of the Study**

This study only analyzed a limited number of students at a single university in Brazil. Also, the ending of the COVID-19 pandemic made a multi-year analysis impossible. For the data in Table 5, we made every effort to conduct comparable cumulative assessments for in-person and online conditions. However, due to differences how these examinations were conducted, other unidentified factors may have also influenced the learning outcome results. Even though many UNILAB students come from socioeconomic-disadvantaged families, students in other countries and at other educational institutions may encounter different and

additional challenges when accessing and using e-learning approaches. We recommend that educators at other universities evaluate the socioeconomic profile of their students, their study habits, and their access to and use of e-learning resources. Due to university guidelines resulting in constraints of our IRB-approved research protocol, we were unable to link survey answers to individual learning outcomes, thereby limiting the scope of our project. Nevertheless, we hope that our results will be a guide and encouragement for implementing e-learning strategies for histology education at institutions with a large number of students from socioeconomic-challenged segments of society.

## **Conclusions**

The increased use of e-learning approaches and computers for the learning of histology by biomedical students raises concerns that socioeconomic-disadvantaged students may face challenges when accessing such technologies. The recent COVID-19 pandemic with a complete shift to online instruction allowed for a test of this hypothesis at a public university in Brazil with a high number of such students. Our results indicate that relatively few socioeconomic factors correlate with different study habits and the use of e-learning devices or approaches. Only students with parents, who completed a lower level of education, spent less hours studying histology using the internet and more without internet support. In addition, students spending fewer hours of study per topic more often divided the session material into several smaller study sessions. Despite the challenges posed by the pandemic and the switch to an online only instruction mode, UNILAB students adapted well to e-learning strategies and performed better than students learning the same material during pre-pandemic times in a traditional learning environment.

## **Acknowledgements**

We extend our profound thanks to Arthur Castro de Lima and Beatriz Oliveira Loes for their invaluable contributions to the development of our questionnaire. Our gratitude also goes to Professor Dr. Jairo Domingos de Moraes, whose expertise in statistical analysis was instrumental to our study.

## **Declarations**

**Ethics Approval** This project was authorized by the Ethical Committee in Research of the Federal University of Ceará (Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará - UFC), according to CAAE 40716820.3.1001.5054 and Statement n<sup>o</sup> 4.566.045. The guidelines of Resolution 466/2012 of the National Health Council (Conselho Nacional de

Saúde) were followed.

**Conflict of Interest** The authors declare no competing interests.

## References

1. Mazzarini M, Falchi M, Bani D, Migliaccio AR. “Evolution and new frontiers of histology in bio-medical research”. *Microsc Res Tech.* 2021;84(2):217–237. <https://doi.org/10.1002/jemt.23579>
2. Chapman JA, Lee LMJ, Swailes NT. “From Scope to Screen: The Evolution of Histology Education”, em *Biomedical Visualisation*, vol. 1320, P. M. Rea, Org., em *Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol. 1320., Cham: Springer International Publishing, 2020, p. 75–107. doi: 10.1007/978-3-030-47483-6\_5.
3. Hortsch M. Histology as a paradigm for a science-based learning experience: Visits by histology education spirits of past, present, and future. *Anat Sci Educ.* 2023;16(3):372–383. <https://doi.org/10.1002/ase.2235>
4. 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):478–483. <https://doi.org/10.1002/ase.1519>
5. Campos-Sánchez A, López-Núñez JA, Carriel V, Martín-Piedra MÁ, Sola T, Alaminos M. Motivational component profiles in university students learning histology: a comparative study between genders and different health science curricula. *BMC Med Educ.* 2014;14(1):46. <https://doi.org/10.1186/1472-6920-14-46>
6. Johnson S, Purkiss J, Holaday L, Selvig D, Hortsch M. Learning histology – dental and medical students’ study strategies. *Eur. J. Dent. Educ.* 2015;19(2):65–73. <https://doi.org/10.1111/eje.12104>
7. Selvig D, Holaday LW, Purkiss J, Hortsch M. Correlating students’ educational background, study habits, and resource usage with learning success in medical histology. *Anat. Sci. Educ.* 2015;8(1):1–11. <https://doi.org/10.1002/ase.1449>
8. de Oliveira KL, Trassi AP, dos Santos AAA. Learning Styles and Study Conditions of Psychology Students. *Psicol. Ensino Form.* 2016;7(1):31–39. <https://dx.doi.org/10.21826/2179-58002016713139>
9. Alzahrani SS, Soo Park Y, Tekian A. Study habits and academic achievement among medical students: A comparison between male and female subjects. *Med. Teach.* 2018;40(1):S1–S9. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2018.1464650>

10. da Fonsêca PN, de Sousa DMF, Gouveia RS, de Souza Filho JF, Gouveia VV. Escala de Hábitos de Estudo: evidências de validade de construto. *Aval. Psicológica Interam. J. Psychol. Assess.* 2013;12(1):71–79.
11. Peker Ünal D. Factors Affecting Study Habits in Higher Education During the COVID-19 Pandemic. *Anatol. J. Educ.* 2021;6(2):109–124. [https://doi.org/10.29333/aje.2021.629<sup>a</sup>](https://doi.org/10.29333/aje.2021.629a)
12. Hortsch M, Girão-Carmona VCC, de Melo Leite ACR, Nikas IP, Koney NKK, Yohannan DG, Chapman, J. Teaching Cellular Architecture: The Global Status of Histology Education. In: *Biomedical Visualisation: Volume 17–Advancements in Technologies and Methodologies for Anatomical and Medical Education*. Cham: Springer International Publishing, 2023:177–212. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-36727-4\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-031-36727-4_9)
13. Yohannan DG, Oommen AM, Umesan KG, Raveendran VL, Sreedhar LSL, Anish TSN, Krishnapillai R. Overcoming Barriers in a Traditional Medical Education System by the Stepwise, Evidence-Based Introduction of a Modern Learning Technology. *Med. Sci. Educ.* 2019;29(3):803–817. <https://doi.org/10.1007/s40670-019-00759-5>
14. Alves MTG. Dimensões do efeito das escolas: explorando as interações entre famílias e estabelecimentos de ensino. *Estud. Em Aval. Educ.* 2010;21(46,):271–296.
15. Mirzazad S, Vosoughhosseini S, Khodadoust K, Emamverdizadeh P. Factors affecting learning in theoretical and practical oral pathology courses among dental students at Tabriz University of Medical Sciences. *Int. J. Sci. Res. Innov. Technol.* 2017;4(7):33–41.
16. da Silva Q. P., de Abreu Lacerda MG, de Oliveira AA, Renôr RRC, de Moraes Bezerra RR, de Lima JFS, de Brito Monteiro BV. Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no auxílio do ensino-aprendizagem da Histologia–Revisão de literatura. *Res. Soc. Dev.* 2020;9(7):e995975259–e995975259. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.5259>.
17. Yen SGS, Jalani SAM, Rushlan MAA, Hadie SNH, Minhat HS, Abas R. Anatomy Education Environment among Pre-Clinical Medical Students in Universiti Putra Malaysia Using Anatomy Education Environment Measurement Inventory. *Educ. Med. J.* 2021;13(3). <https://doi.org/10.21315/eimj2021.13.3.3>.
18. Somera Dos Santos F, Osako MK, Perdoná GDSC, Alves MG, Sales KU. Virtual Microscopy as a Learning Tool in Brazilian Medical Education. *Anat. Sci. Educ.* 2021;14(4):408–416. <https://doi.org/10.1002/ase.2072>
19. Saverino D, Marcenaro E, Zarcone D. Teaching histology and anatomy online during

- the COVID -19 pandemic. *Clin. Anat.* 2022;35(1):129–134. <https://doi.org/10.1002/ca.23806>
20. Darici D, Reissner C, Brockhaus J, Missler M. Implementation of a fully digital histology course in the anatomical teaching curriculum during COVID-19 pandemic. *Ann. Anat.-Anat. Anz.* 2021;236:151718. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2021.151718>.
  21. 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(4):156. [https://doi.org/10.4103%2FJMAU.JMAU\\_67\\_20](https://doi.org/10.4103%2FJMAU.JMAU_67_20).
  22. Yakin M, Linden K. Adaptive e-learning platforms can improve student performance and engagement in dental education. *J. Dent. Educ.* 2021;85(7):1309–1315. [10.1002/jdd.12609](https://doi.org/10.1002/jdd.12609).
  23. Aristeidou M, Cross S. Disrupted distance learning: the impact of Covid-19 on study habits of distance learning university students. *Open Learn. J. Open Distance E-Learn.* 2021;36(3):263–282. [10.1080/02680513.2021.1973400](https://doi.org/10.1080/02680513.2021.1973400).
  24. Caruso MC. Virtual microscopy and other technologies for teaching histology during Covid-19. *Anat. Sci. Educ.* 2021;14(1):19. <https://doi.org/10.1002%2Fase.2038>.
  25. Joaquim DC, Hortsch M, Silva ASRD, 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):180–188. <https://doi.org/10.1111/ahe.12776>.
  26. Van Nuland SE, Hall E, Langley NR. STEM crisis teaching: curriculum design with e-learning tools. *Faseb Bioadvances.* 2020;2(11):631. <https://doi.org/10.1096%2Ffba.2020-00049>.
  27. Ali SAA, Syed S. Teaching and Learning Strategies of Oral Histology Among Dental Students. *Int. J. Morphol.* 2020;38(3):634–639.
  28. L. Bringman-Rodenbarger e M. Hortsch, “How students choose E-learning resources: The importance of ease, familiarity, and convenience”, *Faseb Bioadvances*, vol. 2, nº 5, p. 286, 2020, doi: <https://doi.org/10.1096%2Ffba.2019-00094>.
  29. Silva DBL, Liqui LL, Pacheco PM, Guimarães MCC, da Silva Pacheco M. Novas Tecnologias Educacionais: a Elaboração e Avaliação de um Livro Digital de Histologia. *Informática Na Educ. Teor. Prática.* 2020;23(1):81–94.
  30. Hortsch M. The Michigan Histology website as an example of a free anatomical resource serving learners and educators worldwide. *Anat. Sci. Educ.* 2023;16(3):363–371. <https://doi.org/10.1002/ase.2239>

31. Billon M, Crespo J, Lera-Lopez F. Do educational inequalities affect Internet use? An analysis for developed and developing countries. *Telemat. Inform.* 2021;58:101521. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101521>.
32. Cuisia-Villanueva MC, Núñez JL. A study on the impact of socioeconomic status on emergency electronic learning during the coronavirus lockdown. *FDLA J.* 2021;6(1):6.
33. Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. <https://unilab.edu.br/sobre-a-unilab/>. Last accessed 22/12/2023.
34. Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. <https://unilab.edu.br/unilab-em-numeros/>. Last accessed 22/12/2023.
35. Atlas of Human Histology: A Guide to Microscopic Structure of Cells, Tissues and Organs. <https://histologyguide.com/about-us/atlas-of-human-histology.html>. Last accessed 22/12/2023.
36. Histologia Interativa Online. <https://mol.icb.usp.br/>. Last accessed 22/12/2023
37. Peixoto HM, Peixoto MM, Alves ED. Estratégias de aprendizagem utilizadas por graduandos e pós-graduandos em disciplinas semipresenciais da área de saúde. *Rev. Lat. Am. Enfermagem.* 2012;20:551–558. <https://doi.org/10.1590/S0104-11692012000300017>.
38. Silva JR, Medeiros FB, Moura FMS, Bessa WS, Bezerra ELM. Uso das tecnologias de informação e comunicação no curso de medicina da UFRN. *Rev. Bras. Educ. Médica.* 2015;39:537–541. <https://doi.org/10.1590/1981-52712015v39n4e02562014>.
39. Nesbit JC, Adesope OO. Learning with concept and knowledge maps: A meta-analysis. *Review of educational research.* 2006;76(3):413-448. <https://doi.org/10.3102/00346543076003413>
40. Khathayut P, Karavi P. Summarizing Techniques: The Effective Indicators of Reading Comprehension? The 3<sup>rd</sup> International Conference on Humanities and Social Sciences. 2014:1-12. 2006;76(3):413-448.
41. Associação Nacional de Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (ANDIFES). V Pesquisa Nacional de Perfil Socioeconômico e Cultural dos (as) Graduandos (as) das IFES – 2018 – Andifes. ANDIFES, 2019.
42. Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. <https://unilab.edu.br/unilab-em-numeros/>. Last accessed 22/12/2023
43. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Censo da educação superior 2018. INEP, 2019.
44. Spíndola T, Martins ERDC, Francisco MTR. Enfermagem como opção: perfil de

- graduandos de duas instituições de ensino. *Rev. Bras. Enferm.* 2008;61(2):164–169. 10.1590/S0034-71672008000200004.
45. Farias AGS, Joaquim DC, Benedito FCS, Brito EHS, Costa EC, Leite ACRM. Perfil sociodemográfico e econômico e comportamento sexual de brasileiros e estrangeiros recém-ingressos em uma universidade pública. *Rev. Pesqui. Univ. Fed. Estado Rio J Online.* 2020;12:779–785. 10.9789/2175-5361.rpcfo.v12.749.
  46. Bigsten A. Determinants of the evolution of inequality in Africa. *J. Afr. Econ.* 2018;27(1):127–148. <https://doi.org/10.1093/jae/ejw028>.
  47. Moschetti RV, Hudley C. Social Capital and Academic Motivation Among First-Generation Community College Students. *Community Coll. J. Res. Pract.* 2015;39(3):235–251. <https://doi.org/10.1080/10668926.2013.819304>
  48. Kearney MS, Levine PB. Role Models, Mentors, and Media Influences. *Future Child.* 2020;30(1):83–106.
  49. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira: 2019. IBGE, 2019.
  50. Adamu AY. Harmonisation of higher education in Africa: 20 years after the Bologna Process. *Tuning J. High. Educ.* 2021;9(1):103–126. [https://doi.org/10.18543/tjhe-9\(1\)-2021pp103-126](https://doi.org/10.18543/tjhe-9(1)-2021pp103-126).
  51. Nascimento CRR, Biasutti CM, Araújo ICC, Trindade ZA. Os papéis da mulher e do homem nas famílias pela óptica masculina: um estudo de duas gerações. *Rev. Pesqui. E Práticas Psicossociais.* 2021;16(4):1–18. <http://orcid.org/0000-0003-4636-0848>.
  52. Amanor-Mfofo NK, Akrofi O, Edonu KK, Dowuona EN, Investigating the e-learning readiness of Ghanaian parents during COVID-19. *Eur. J. Educ. Stud.* 2020;7(10). <http://dx.doi.org/10.46827/ejes.v7i10.3275>.
  53. Olugbeko SO, Asagha EN, Akinmusire PA. Parents' Socio-Economic Background as a Predictor of Students' Performance in E-Learning Education. In: 2014 International Conference on Global Economy, Finance and Humanities Research (*GEFHR 2014*), Atlantis Press, 2014:48–51. <https://doi.org/10.2991/gefhr-14.2014.13>.
  54. SILVA RC. Materiais didáticos e recursos tecnológicos no ensino de línguas durante a pandemia. *Caminhos Em Linguística Apl.* 2021;25(2):43–65.
  55. Rodríguez MLG, Lopez-Agudo LA, Prieto-Latorre C, Marcenaro-Gutierrez OD. Internet use and academic performance: An interval approach. *Educ. Inf. Technol.* 2022;27(8):11831–11873. 10.1007/s10639-022-11095-4.
  56. Demsash AW, Emanu MD, Walle AD. Digital technology utilization and its associated

- factors among health science students at Mettu University, Southwest Ethiopia: A cross-sectional study. *Inform. Med. Unlocked.* 2023;38:101218. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2023.101218>.
57. Wilson AB, Taylor MA, Klein BA, Sugrue MK, Whipple EC, Brokaw JJ. Meta-analysis and review of learner performance and preference: virtual versus optical microscopy. *Med. Educ.* 2016;50(4):428–440. <https://doi.org/10.1111/medu.12944>
  58. Akpan IJ, Akpan AA. The impact of internet use on students' learning outcomes in higher education in developing countries. *Int. J. Educ. Res.* 2017;12(1):45–55.
  59. Júnior CAH, Finardi KR. Telecolaboração e internacionalização do ensino superior: reflexões a partir da pandemia covid-19. *Intercâmbio.* 2023;45.
  60. Onyema EM, Eucheria NC, Obafemi FA, Sen S, Atonye FG, Sharma A, Alsayed AO. Impact of Coronavirus pandemic on education. *J. Educ. Pract.* 2020;11(13):108–121.
  61. Holaday L, Selvig D, Purkiss J, Hortsch M. Preference of Interactive Electronic Versus Traditional Learning Resources by University of Michigan Medical Students during the First Year Histology Component. *Med. Sci. Educ.* 2013;23(4):607–619. <https://doi.org/10.1007/BF03341688>
  62. Prober CG, Norden JG. Learning alone or learning together: is it time to reevaluate teacher and learner responsibilities? *Acad. Med.* 2021;96(2):170–172. [10.1097/ACM.0000000000003741](https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000003741).
  63. Chimmalgi M, Hortsch M. Teaching Histology Using Self-Directed Learning Modules (SDLMs) in a Blended Approach. *Med. Sci. Educ.* 2022;32(6):1455–1464. <https://doi.org/10.1007/s40670-022-01669-9>
  64. Gavali MY, Khismatrao DS, Gavali YV, Patil KB. Smartphone, the new learning aid amongst medical students. *J. Clin. Diagn. Res.* 2017;11(5):JC05–JC08. [10.7860/JCDR/2017/20948.9826](https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/20948.9826).
  65. Latif MZ, Hussain I, Saeed R, Qureshi MA, Maqsood U. Use of smart phones and social media in medical education: trends, advantages, challenges and barriers. *Acta Inform. Medica.* 2019;27(2):133. <https://doi.org/10.5455%2Faim.2019.27.133-138>
  66. Silva MPL, Matos BDS, Ezequiel OS, Lucchetti ALG, Lucchetti G. The Use of Smartphones in Different Phases of Medical School and its Relationship to Internet Addiction and Learning Approaches. *J. Med. Syst.* 2018;42(6):106. [10.1007/s10916-018-0958-x](https://doi.org/10.1007/s10916-018-0958-x).
  67. Finn GM, Dueñas AN, Kehoe A, Brown ME. A novice's guide to qualitative health professions education research. *Clin. Exp. Dermatol.* 2022;47(12):2090–2095.



<https://doi.org/10.1111/ced.15381>.

68. Chase TJ, Julius A, Chandan JS, Powell E, Hall CS, Phillips BL, Fernando B. Mobile learning in medicine: an evaluation of attitudes and behaviours of medical students. *BMC Med. Educ.* 2018;18(1):152. 10.1186/s12909-018-1264-5.
69. Curran V, Simmons K, Matthews L, Fleet L, Gustafson DL, Fairbridge NA, Xu X. YouTube as an Educational Resource in Medical Education: a Scoping Review. *Med. Sci. Educ.* 2020;30(4):1775–1782. 10.1007/s40670-020-01016-w.
70. Marques C, Faísca P, Soares M. Aprender histologia: preferência dos alunos de Medicina Veterinária na Era Digital. *Rev. Lusófona Ciênc. E Med. Veterinária.* 2021;11:4–10.
71. Azer SA, Guerrero APS, Walsh A. Enhancing learning approaches: Practical tips for students and teachers. *Med. Teach.* 2013;35(6):433–443. 10.3109/0142159X.2013.775413.
72. Jaffar AA. YouTube: An emerging tool in anatomy education. *Anat. Sci. Educ.* 2012;5(3):158–164. <https://doi.org/10.1002/ase.1268>.
73. Van den Eynde J, Crauwels A, Demaerel PG, Van Eycken L, Bullens D, Schrijvers R, Toelen J. YouTube videos as a source of information about immunology for medical students: cross-sectional study. *JMIR Med. Educ.* 2019;5(1):e12605. <https://doi.org/10.2196/12605>.
74. Dascalu CG, Antohe ME, Zegan G, Burlea SL, Carausu EM, Ciubara A, Purcarea VL. Blended Learning-The Efficiency of Video Resources and YouTube in the Modern Dental Education. *Rev. Cercet. Si Interv. Sociala.* 2021;72:288–310.
75. Valdez VR, Araujo CM. Análise de portal educacional e de recursos didáticos diversificados utilizados por estudantes de Histologia. *Rev. Bras. Informática Na Educ.* 2014;22(1). 10.5753/RBIE.2014.22.01.18.
76. Sahu P. Closure of universities due to coronavirus disease 2019 (COVID-19): impact on education and mental health of students and academic staff. *Cureus.* 2020;12(4):e7541. 10.7759/cureus.7541.
77. Ferning LR, McDougal JF, Ohlman H. Will textbooks be replaced by new information technologies. *Textb. Dev. World Econ. Educ. Choices.* 1989:197–205.
78. Baglione SL, Sullivan K. Technology and Textbooks: The Future. *Am. J. Distance Educ.* 2016;30(3):145–155. 10.1080/08923647.2016.1186466.
79. Bloodgood RA. Active learning: A small group histology laboratory exercise in a whole class setting utilizing virtual slides and peer education. *Anat. Sci. Educ.* 2012;5(6):367–

373. <https://doi.org/10.1002/ase.1294>
80. Tian Y, Xiao W, Li C, Liu Y, Qin M, Wu Y, Li H. Virtual microscopy system at Chinese medical university: an assisted teaching platform for promoting active learning and problem-solving skills. *BMC Med. Educ.* 2014;14(1):74. <https://doi.org/10.1186/1472-6920-14-74>
81. Al-Alami ZM, Adwan SW, Alsous M. Remote learning during Covid-19 lockdown: A study on anatomy and histology education for pharmacy students in Jordan. *Anat. Sci. Educ.* 2022;15(2):249–260. <https://doi.org/10.1002/ase.2165>
82. Cheng X, Chan LK, Cai H, Zhou D, Yang X. Adaptions and perceptions on histology and embryology teaching practice in China during the Covid-19 pandemic. *Transl. Res. Anat.* 2021;24:100115. <https://doi.org/10.1016/j.tria.2021.100115>.
83. Hanafy SM, Jumaa MI, Arafa MA. A comparative study of online learning in response to the coronavirus disease 2019 pandemic versus conventional learning. *Saudi Med. J.* 2021;42(3):324–331. 10.15537/smj.2021.42.3.20200741.

**Table 1.** Socioeconomic profiles, study habits, and quantity of session material studied after each remote session.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Nationality<sup>‡</sup></b>		
Brazilian	46	64,8
Non-Brazilian	25	35.2
<b>Gender</b>		
Female	47	65.3
Male	25	34.7
<b>Civil status</b>		
Single	57	79.2
Single with partner	14	19.4
Married	1	1.4
<b>Course of study</b>		
Biology	31	43.0
Nursing	20	27.8
Pharmacy	21	29.2
<b>Highest level of father's education</b>		
Illiterate	16	22.2
Completed primary school level	21	29.2
Completed high school education	25	34.7
Completed academic education	9	12.5
Post-graduate education	1	1.4
<b>Highest level of mother's education</b>		
Illiterate	16	22.2
Completed primary school level	32	44.4
Completed high school education	16	22.2
Completed academic education	3	4.2
Post-graduate education	5	7.0
<b>Monthly family income</b> (Minimum 2021 wage in Brazil was R\$ 1.212,00)		
Without family income	5	6.9
Up to 1 times minimum wage	48	66.7
More than 1 and up to 2 times minimum wage	13	18.0
More than 2 and up to 3 times minimum wage	4	5.6
More than 3 times minimum wage	2	2.8
<b>Study preference for histology</b>		
Alone	32	44.4
In a group	40	55.6
<b>Quantity of session material that was studied after each remote session</b>		
Less than half	18	25.0
Half	32	44.4
More than half	19	26.4
Everything	3	4.2

**Table 2.** Education resources and electronic devices with access to the internet that were used by students to study histology during the COVID-19 pandemic. Students (N=72) were asked to select all applicable resources that they used for studying histology.

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Printed and electronic didactical resources used for the histology learning</b>		
Printed books	30	41.7
E-books/digital books	44	61.1
Mobile applications	21	29.2
Virtual/digital atlas	43	59.7
Websites	33	45.8
YouTube videos	65	90.3
PowerPoint	23	31.9
Gamification	5	6.9
Mind/concept maps (printed or electronic) <sup>1</sup>	17	23.6
Social networks	18	25.0
Summaries <sup>2</sup>	41	56.9
Podcasts	2	2.8
<b>Electronic devices with access to the internet used for histology learning</b>		
Portable computer (Notebook/Netbook)	50	69.4
Desktop computer	3	4.2
Smartphone	54	75.0
Computer tablet	24	33.3
Smart TV	3	4.2
Video console	1	1.4

<sup>1</sup>Concept mapping is a technique to graphical represent knowledge or information. It can be used as a teaching, learning, or evaluative strategy [39].

<sup>2</sup>Summary is a technique used to condense text or information. It is important for developing reading comprehension [40].

**Table 3.** Association between social aspects, the use of electronic gadgets with access to the internet, and the weekly hours dedicated to histology studies during the COVID-19 pandemic.

Variables	Number of weekly hours studying histology with use of the internet		p-value (Fisher's exact test)	Number of weekly hours studying histology without use of the internet		p-value (Fisher's exact test)
	Percent (N)			Percent (N)		
	≤1 hours	>1 hours		≤1 hours	>1 hours	
<b>Gender</b>						
Female	8.5 (4)	91.5 (43)	1.000	27.7 (13)	72.3 (34)	0.787
Male	8.0 (2)	92.0 (23)		24.0 (6)	76.0 (19)	
<b>Civil status</b>						
Single	8.8 (5)	91.2 (52)	1.000	24.6 (14)	75.4 (43)	0.521
In a relationship	6.7 (1)	93.3 (14)		33.3 (5)	66.7 (10)	
<b>Father's highest level of education</b>						
Completed primary school education or less	5.4 (2)	94.6 (35)	0.423	16.2 (6)	83.8 (31)	0.044 <sup>a*</sup>
More than completed primary school education	11.4 (4)	88.6 (31)		37.1 (13)	62.9 (22)	
<b>Mother's highest level of education</b>						
Completed primary school education or less	8.3 (2)	91.7 (44)	1.000	18.7 (9)	81.3 (39)	0.049 <sup>*</sup>
More than completed primary school education	8.3 (2)	91.7 (22)		41.7 (10)	58.3 (14)	
<b>Monthly family income</b>						
Less or equal minimum wage	7.6 (4)	92.4 (49)	0.651	26.4 (14)	73.6 (39)	1.000
More than minimum wage	10.5 (2)	89.5 (17)		26.3 (5)	73.7 (14)	
<b>Use of a desktop computer</b>						
Yes	33.3 (1)	66.7 (2)	0.233	33.3 (1)	66.7 (2)	1.000
No	7.3 (5)	92.7 (64)		26.1 (18)	73.9 (51)	
<b>Use of a portable computer</b>						
Yes	10.0 (5)	90.0 (45)	0.660	22.0 (11)	78.0 (39)	0.250
No	4.5 (1)	95.5 (21)		36.6 (8)	63.6 (14)	
<b>Use of a smartphone</b>						
Yes	7.4 (4)	92.6 (50)	0.636	27.8 (15)	72.2 (39)	0.764
No	11.1 (2)	88.9 (16)		22.2 (4)	77.8 (14)	
<b>Use of a tablet</b>						

Yes	4.2 (1)	95.8 (23)		25.0 (6)	75.0 (18)	
No	10.4 (5)	89.6 (43)	0.656	27.1 (13)	72.9 (35)	1.000

\*p-value <0.05; <sup>a</sup>Chi-square test.

**Table 4.** Association between the socioeconomic status, study habits, and the fraction of the subject studied after each remote class.

Variables	Preferred study format for histology Percent (N)		p-value (Fisher's exact test)	Session material studied after each session Percent (N)		p-value (Fisher's exact test)
	Studies alone	Studies in groups		<half	≥half	
<b>Gender</b>						
Female	46.8 (22)	53.2 (25)		21.3 (10)	78.7 (37)	
Male	40.0 (10)	60.0 (15)	0.626	32.0 (8)	68.0 (17)	0.394
<b>Civil status</b>						
Single	45.6 (26)	54.4 (31)		26.3 (15)	73.7 (42)	
In a relationship	40.0 (6)	60.0 (9)	0.922	20.0 (3)	80.0 (12)	0.746
<b>Monthly family income</b>						
Less or equal minimum wage	41.5 (22)	58.5 (31)		26.4 (14)	73.6 (39)	
More than minimum wage	52.6 (10)	47.4 (9)	0.432	21.0 (4)	79.0 (15)	0.764
<b>Number of weekly hours studying histology using the internet</b>						
Less or equal 1 hours	33.3 (2)	66.7 (4)		83.3 (5)	16.7 (1)	
More than 1 hours	45.4 (30)	54.6 (36)	0.686	19.7 (13)	80.3 (53)	0.003*
<b>Number of weekly hours studying histology without using the internet</b>						
Less or equal 1 hours	47.4 (9)	52.6 (10)		43.4 (9)	52.6 (10)	
More than 1 hours	43.4 (23)	56.6 (30)	0.794	17.0 (9)	83.0 (44)	0.014*

\*p-value<0.05

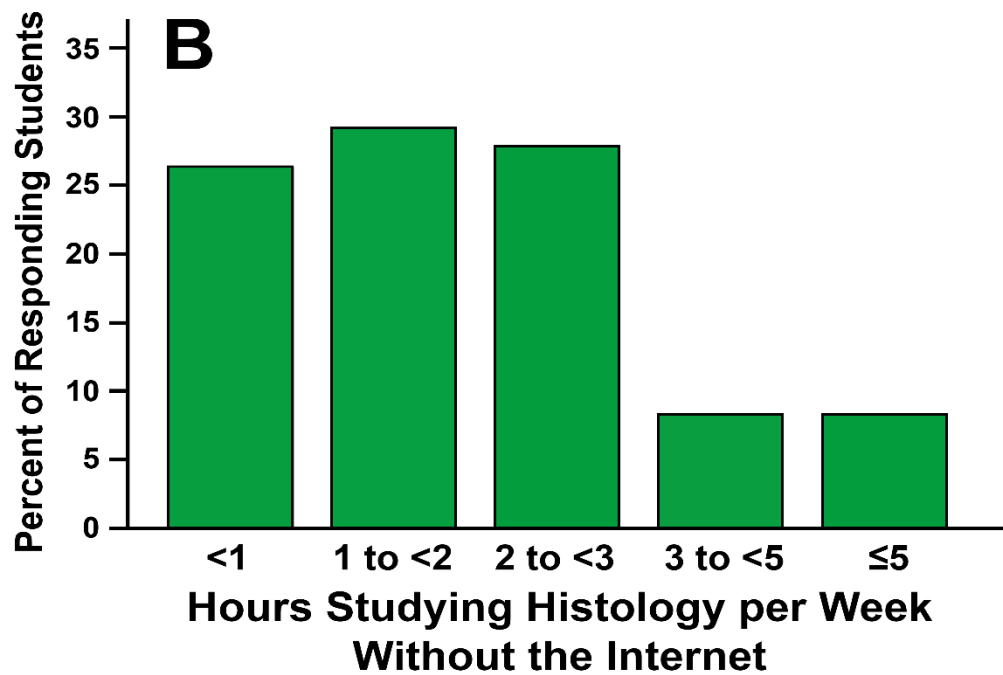
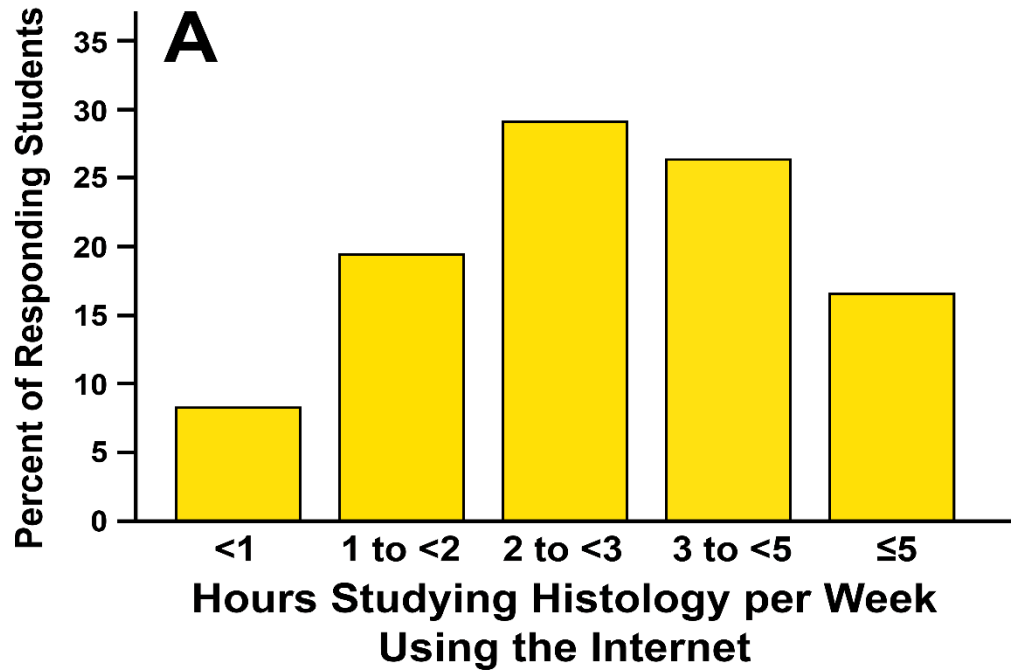
**Table 5.** Comparison of median histology grades of biology, nursing and pharmacy students at UNILAB before and during the COVID-19 pandemic.

<b>Program</b>	<b>Before the pandemic</b>		<b>During the pandemic</b>		<b>p-value (Fisher's exact test)</b>
	Median (N)	Standard error	Median (N)	Standard error	
Biology	6.40 (33)	0.31	7.45 (28)	0.28	0.0091*
Nursing	6.00 (35)	0.25	8.80 (44)	0.21	0.0001**
Pharmacy	7.10 (38)	0.29	9.00 (44)	0.25	0.0001**

\*p-value<0.01; \*\*p-value<0.001

**Figure legend**

**Figure 1** Distribution of histology study time with (panel A) and without use (panel B) of the internet by survey responders during the COVID-19 pandemic.





### 5.3 ARTIGO 3

#### VALIDAÇÃO DE UM ATLAS VIRTUAL PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE HISTOLOGIA: ESTUDO METODOLÓGICO

#### VALIDATION OF A VIRTUAL ATLAS FOR THE TEACHING AND LEARNING OF HISTOLOGY: A METHODOLOGICAL STUDY

Davide Carlos Joaquim; Francisco Cezanildo Silva Benedito; Márcia Rodrigues Payeras; Ana Paula Franco Lambert; Ana Caroline Rocha de Melo Leite; Virgínia Cláudia Carneiro Girão-Carmona

#### RESUMO

**Introdução:** O desenvolvimento de tecnologias digitais, como atlas virtuais, revolucionou o ensino de histologia ao permitir o uso de uma variedade de métodos de ensino. Para adoção dessas tecnologias no ensino é imprescindível avaliar a confiabilidade do seu conteúdo e sua viabilidade técnica. **Objetivo:** Validar o conteúdo e a técnica de um atlas virtual no processo de ensino e aprendizagem de histologia. **Método:** Trata-se de um estudo metodológico, realizado no período de junho de 2021 a abril de 2022, com juízes especialistas nas áreas de ciências morfofuncionais e tecnologias de informação. A seleção de juízes especialistas seguiu os critérios adaptados de Fehring. Para coleta de dados foi utilizado um questionário que permitiu caracterizar os juízes e avaliar o atlas, com opções de respostas tipo *Likert*. A análise dos dados seguiu a estatística descritiva, o índice de validade de conteúdo e o teste binominal. **Resultados:** Participaram do estudo 22 juízes especialistas, destes, 11 eram da área de ciências morfofuncionais e 11 da área de tecnologia da informação. O somatório de índice de validade de conteúdo (S-CVI) foi de 0,85 e 0,91 para a técnica do atlas. O teste binomial mostrou a concordância estatisticamente superior a 0,80 com relação a alguns aspectos como conteúdo, atratividade, facilidade de acesso e de manuseio. **Conclusão:** O atlas virtual se apresentou válido quanto ao conteúdo e técnica, evidenciando que é uma tecnologia digital confiável para ser utilizada no ensino e estudo de histologia.

**Palavras-Chave:** Histologia; Atlas virtual; Tecnologia digital; Estudos de validação.

#### ABSTRACT

**Introduction:** The development of digital technologies, such as virtual atlases, has revolutionized histology teaching by enabling the use of a variety of teaching methods. To adopt these technologies in teaching, it is essential to assess the reliability of their content and technical feasibility. **Objective:** To validate the content and technique of a virtual atlas in the histology teaching and learning process. **Methods:** This is a methodological study conducted from June 2021 to April 2022, involving expert judges in the fields of morphofunctional sciences and information technologies. The selection of expert judges followed adapted Fehring criteria. Data collection utilized a questionnaire allowing the characterization of judges and the evaluation of the atlas, with Likert-type response options. Data analysis included descriptive statistics, content validity index, and binomial test. **Results:** Twenty-two expert judges participated in the study, with 11 from the morphofunctional sciences area and 11 from the information technology field. The Content Validity Index for Content (S-CVI) was 0.85, and for the atlas technique, it was 0.91. The binomial test demonstrated statistically

significant agreement exceeding 0.80 in aspects such as content, attractiveness, ease of access, and handling. **Conclusion:** The virtual atlas proved to be valid in terms of content and technique, demonstrating its reliability as a digital technology for use in histology teaching and study.

**Keywords:** Histology; Virtual atlas; Digital technology; Validation study.

## INTRODUÇÃO

A histologia, estudo microscópico de células, tecidos e órgãos, é uma das disciplinas básicas ministradas no início dos cursos da área da saúde e ciências biológicas<sup>1,2</sup>. O seu ensino tem por objetivo fornecer as bases morfológicas e fisiológicas dos órgãos e sistemas do organismo vivo<sup>3,4</sup>. O conhecimento de histologia é fundamental e indispensável para a compreensão de outras disciplinas, como fisiologia, patologia, bioquímica e farmacologia<sup>1,5,6</sup>. Ela favorece, em conjunto com outras ciências, o desenvolvimento do raciocínio clínico para o diagnóstico e tratamento de doenças<sup>1,3,4,7</sup>.

Desde o seu desenvolvimento enquanto ciência e disciplina educacional, distinta da anatomia, a histologia tem sido ensinada por meio de lâminas de vidro contendo amostras de tecido e com o uso do microscópio óptico<sup>8-10</sup>. A microscopia óptica tradicional (MT) ainda é a principal abordagem utilizada para ensinar e estudar histologia, principalmente nos países menos desenvolvidos. Por meio da MT, os alunos conseguem ver como os tecidos e os órgãos são formados por células e matriz-extracelular, podem reconhecer pequenas diferenças nas características dos tecidos, além de integrar esse conhecimento a função dos órgãos e sistemas<sup>4,11,12</sup>.

Porém, o advento do computador, da *internet* e de *Scanners de slides*, capazes de digitalizar a amostra contida na lâmina de vidro por inteiro, revolucionou o ensino de histologia. Especialmente ao permitir o desenvolvimento de tecnologias digitais, que favorecem uma variedade de métodos de ensino e formas de aprendizagem<sup>8,13</sup>. De fato, com as tecnologias digitais, o processo de ensinar e aprender histologia evolui de uma abordagem tradicional, baseada em sala de aula expositiva e seguida de atividade prática em laboratório, centrada em materiais impressos e na MT, para um processo de ensino e aprendizagem mais flexível, baseado em equipe, com acesso de conteúdo em qualquer lugar e momento<sup>2,6,14</sup>. Essas abordagens são mais comuns entre a atual geração de alunos, que valoriza a produção do conteúdo, interação e interatividade com o objeto de aprendizagem, além de compartilhamento de informações por meio de recursos eletrônicos<sup>1,14</sup>.

Dentre as inovações tecnológicas que podem ser utilizadas no ensino de histologia,

destaca-se o atlas virtual, uma ferramenta computacional construída a partir de conceitos de computação gráfica, captura e processamento de imagem e realidade virtual, que disponibiliza objetos tridimensionais, a fim de permitir o estudo de um ou mais elementos<sup>15</sup>. Permite uma redução expressiva no tempo de atividade de laboratório e facilita a apresentação de uma mesma imagem a um grupo maior de alunos, podendo contribuir para a discussão em grupo, geralmente difícil de ocorrer pelo isolamento ocasionado pelo uso da MT<sup>16</sup>.

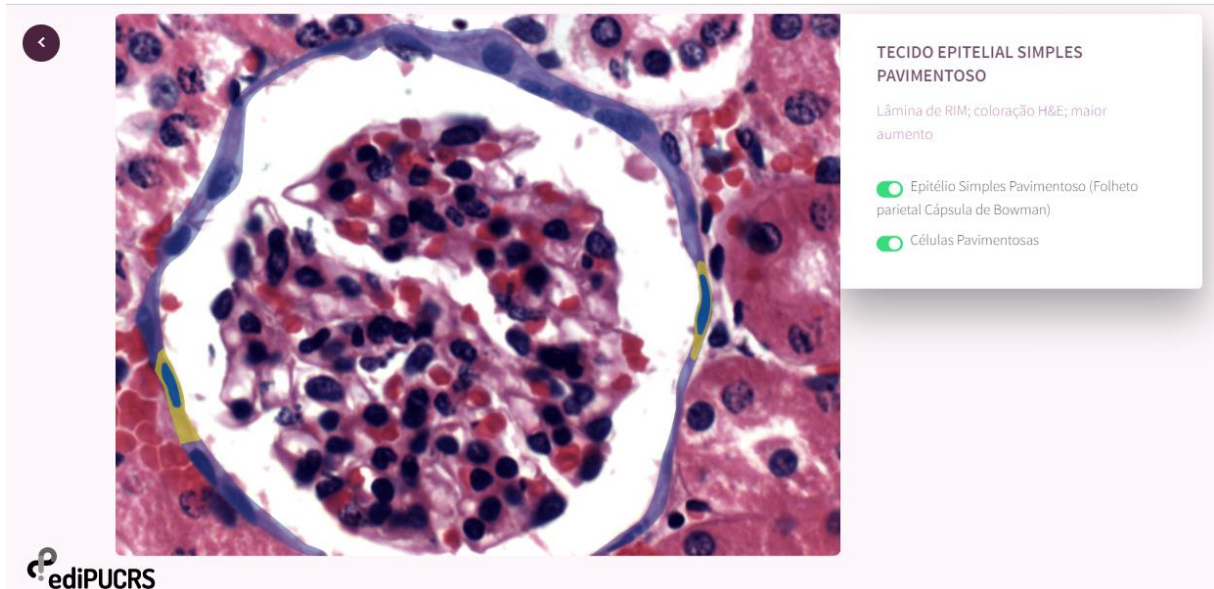
Contudo, apesar da importância das tecnologias digitais no ensino e aprendizagem de histologia, há pouca produção nessa área. Em uma revisão integrativa da literatura em cinco bases de dados, nenhum artigo nacional foi localizado sobre o desenvolvimento e validação das tecnologias digitais, incluindo o atlas virtual<sup>17</sup>, evidenciando uma lacuna do conhecimento o que justifica a realização deste estudo. Ademais, para que uma tecnologia educacional cumpra o seu objetivo, precisa ser validada como uma ferramenta científica<sup>18</sup>. Assim, o presente estudo objetivou realizar a validação de conteúdo e da técnica de um atlas virtual para o ensino e aprendizagem de histologia.

## MÉTODOS

Trata-se de um estudo metodológico, de abordagem quantitativa, realizado no período de junho de 2021 a abril de 2022, mediante a validação de conteúdo e da técnica do Atlas de Histologia em cores da PUCRS por juízes especialistas com expertise na área de ciências morfofuncionais e profissionais de tecnologias da informação.

O Atlas de Histologia em cores da PUCRS é uma ferramenta de aprendizagem baseada na *web*, projetada para o estudo dos tecidos básicos e gametogênese. Ele fornece as imagens com estruturas histológicas marcadas, pequenos textos descritivos e ícones da interatividade, garantindo a construção autônoma do conhecimento de acordo com a Teoria Construtivista. Nesta abordagem teórica, o aluno é idealizado como o construtor do próprio conhecimento, com a autonomia no processo de ensino e aprendizagem, interagindo com os outros e com o ambiente na formação do seu intelecto<sup>19</sup>. A figura 1 mostra um exemplo de uma micrografia apresentada no atlas.

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



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

A amostra dos especialistas foi definida a partir da formula  $n = Z\alpha^2 \cdot P \cdot (1-P) / d^2$ . Onde:  $Z\alpha$  refere-se ao nivel de confianca adotado (95%),  $P$  é a proporção mınima de indivíduos que concordam com a pertinência de componentes do lbun seriado (85%) e  $d$  representa a diferença de proporção considerada aceitável (15%)<sup>20</sup>. Assim, o cáculo final ( $n=1,96^2 \cdot 0,85 \cdot 0,15 / 0,15^2$ ) resultou em aproximadamente 22 juízes, sendo 11 para validação de conteúdo e 11 para validação da técnica.

A seleção de juízes especialistas foi feita na Plataforma Lattes do Portal do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), utilizando para a busca os termos Tese, Dissertação, Histologia, Tecnologia da Informação e Comunicação e Atlas Virtual. Como critério de seleção ou inclusão, utilizou-se o modelo adaptado de Fehring<sup>21</sup>. Para participar da pesquisa, cada especialista precisaria alcançar uma pontuação mınima de 3 pontos, de acordo com a seguinte categorização: professor doutor na área de ciências morfofuncionais/tecnologias de informação = 4 pontos; professor mestre na área de ciências morfofuncionais/tecnologias de informação = 3 pontos; publicação em perodico indexado sobre a temática de interesse do estudo = 2 pontos; especialização na temática de ciências morfofuncionais/tecnologias de informação = 2 pontos e graduação na área de ciências morfofuncionais/tecnologias de informação = 1 ponto.

Cada juiz especialista selecionado recebeu uma carta-convite, por meio eletrônico, com apresentação da equipe responsável pelo projeto e orientações sobre o estudo. Após a concordância em participar do estudo, o especialista recebeu, tmm por meio eletrônico, um *link* do formulário criado pelo “*google docs*” com o Termo de Consentimento Livre e

Esclarecido (TCLE) e um questionário adaptado do estudo de Pereira et al.<sup>22</sup>. A primeira parte do questionário aborda a caracterização de juízes e, a segunda parte incorporou afirmativas relacionadas ao atlas, que foi anexado via *link*. Convém destacar que as instruções necessárias para a avaliação do atlas também foram fornecidas.

Os especialistas da área de ciências morfofuncionais avaliaram o atlas de acordo com: objetivo da proposta, facilidade para aprendizagem, forma de ajuda, conteúdo e atratividade. A avaliação foi feita mediante a escala *Likert*, com as seguintes pontuações: 1 – Discordo fortemente; 2 – Discordo; 3 – Nem concordo e nem discordo; 4 – Concordo e 5 – Concordo fortemente. Os especialistas da área de tecnologia de informação avaliaram o atlas, utilizando a mesma escala, mas com ênfase na facilidade de acesso, linguagem, recursos utilizados, interface, facilidade de manuseio e forma de ajuda. Para todos os especialistas, foi concedido o prazo de 30 dias para devolução do instrumento de avaliação. Aos que não cumpriram esse prazo, foram concedidos mais 30 dias. Especialistas que não responderam em até 60 dias e/ou enviaram o questionário com informação incompleta foram excluídos do estudo.

Os dados obtidos foram organizados no *Excel for Windows*, versão 13. A análise descritiva das variáveis categóricas foi realizada, obtendo-se as frequências absolutas e relativas, e as variáveis numéricas foram expressas como medidas de tendência central e dispersão. Para análise da validação, utilizou-se o Índice de Validade de Conteúdo (IVC), calculado de duas formas: *Item-Level Content Validity Index* (I-CVI), para cada item, referente à proporção de concordância dos especialistas ao item, e *Scale-Level Content Validity Index* (S-CVI), que corresponde à média dos I-CVI.

Conforme a literatura para estudos de validação com mais de seis especialistas<sup>23</sup>, o item que obteve valor superior a 0,78 foi considerado aprovado. Para verificar a proporção de concordância entre juízes, utilizou-se o teste binominal no *Software R* versão 4.1.2. Considerou-se estatisticamente significativo quando a proporção resultou em um valor igual ou superior 0,80, com nível de significância de 5%<sup>24</sup>.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará (UFC), conforme CAAE: 40716820.3.1001.5054 e parecer n° 4.566.045. Foram observados os preceitos da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

## RESULTADOS

Participaram do estudo 22 juízes-especialistas, sendo 11 da área de ciências morfofuncionais que avaliaram o conteúdo do atlas e 11 de tecnologias de informação e comunicação responsáveis pela avaliação técnica.

Em relação ao perfil dos especialistas da área de ciências morfofuncionais, 72,72% (n=8) eram do sexo feminino e 63,63% (n=7) tinham idade menor ou igual a 40 anos, com média de 38,5 ( $\pm 6,74$ ) anos. Quanto à formação, 45,45% (n=5) dos especialistas eram biólogos, com o tempo médio de formação de 14,4 ( $\pm 7,47$ ) anos. Em relação à titulação, 36,36% (n=4) dos especialistas tinham especialização, 90,90% (n=10) eram mestres e 81,81% (n=9) doutores. Com relação à ocupação atual, 100% (n=11) dos especialistas eram docentes. Quanto à área de atuação profissional, 36,36% (n=4) atuavam como professores de histologia e embriologia. Sobre o tempo de experiência com a temática abordada pelo atlas, 54,54% (n=6) tinham mais de 10 anos, com média de 12,8 ( $\pm 7,94$ ) anos de experiência (**Tabela 1**).

**Tabela 1.** Caracterização dos juízes especialistas da área de Ciências Morfofuncionais.

<b>Variáveis</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Sexo</b>		
Feminino	8	72,72
Masculino	3	27,27
<b>Idade</b>		
≤ 40 anos	7	63,63
> 40 anos	4	36,36
Média / DP	38,5	6,74
<b>Curso de graduação</b>		
Medicina	1	9,09
Odontologia	2	18,18
Biologia	5	45,45
Medicina veterinária	1	9,09
Biomedicina	1	9,09
Nutrição	1	9,09
<b>Tempo de Formação</b>		
≤ 10 anos	3	27,27
> 10 anos	8	72,72
Média / DP	14,4	7,47
<b>Especialização?</b>		
Sim	4	36,36
Não	7	63,63
<b>Mestrado?</b>		
Sim	10	90,90
Não	1	9,09
<b>Doutorado?</b>		
Sim	9	81,81
Não	2	18,18
<b>Ocupação atual</b>		
Docente	11	100
<b>Área de atuação</b>		
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
<b>Experiência com a temática</b>		
≤ 10 anos	5	45,45
> 10 anos	6	54,54
Média / DP	12,8	7,94

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto aos juízes especialistas da área de tecnologias de informação e comunicação, 72,72% (n=8) eram do sexo masculino. Com relação à idade, 63,63% (n=7) dos especialistas tinham mais de 40 anos, com média de 42 ( $\pm 7,31$ ) anos. Sobre à formação, 45,45% (n=4) eram graduados em ciências de computação, com tempo médio de formação de 20 ( $\pm 6,03$ ) anos. Quanto à titulação, 54,54% (n=6) não tinham especialização, 90,90% (n=10) eram mestres e 63,63% (n=7) doutores. Em relação à atuação profissional, 90,90% (n=10) eram docentes em suas respectivas áreas de formação. No que diz respeito à experiência com a temática, 81,81% (n=9) tinham mais de 10 anos, com média de 15,7 ( $\pm 5,71$ ) anos de experiência (**Tabela 2**).

**Tabela 2.** Caracterização dos especialistas da área de Tecnologias da Informação e Comunicação.

Variáveis	N	%
<b>Sexo</b>		
Feminino	3	27,27
Masculino	8	72,72
<b>Idade</b>		
≤ 40 anos	4	36,36
> 40 anos	7	63,63
Média / DP	42	7,31
<b>Curso de graduação</b>		
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
<b>Tempo de Formação</b>		
≤ 10 anos	-	-
> 10 anos	11	100
Média / DP	20	6,03
<b>Especialização?</b>		
Sim	5	45,45
Não	6	54,54
<b>Mestrado?</b>		
Sim	11	100
Não	-	-
<b>Doutorado?</b>		
Sim	8	72,72
Não	3	27,27
<b>Ocupação atual</b>		

Docente	11	100
<b>Área de atuação</b>		
Computação	6	54,54
Design gráfica	1	9,09
<i>Design user experience</i> e interfaces	1	9,09
Educação a distância em saúde	1	9,09
Multimídia	1	9,09
Informática	1	9,09
<b>Experiência com a temática</b>		
≤ 10 anos	2	18,18
> 10 anos	9	81,81
Média / DP	15,7	5,71

Fonte: Elaborado pelos autores.

Sobre à avaliação dos juízes especialistas da área de ciências morfofuncionais, 90,9% (n=10) consideraram a proposta do atlas adequado e 100,0% (n=11) apontaram que este pode proporcionar ajuda no estudo de histologia de forma não cansativa. Quanto ao conteúdo, 90,9% (n=10) afirmaram que este correspondia aos conteúdos explorados na histologia e 100,0% (n=11) concordaram que o referido atlas era atrativo para os estudantes que venham a utilizá-lo.

No que diz respeito ao índice de validação de conteúdo (IVC), apenas duas questões abordadas no questionário (“facilidade da aprendizagem dos conceitos e suas aplicações” e “fornecer ajuda de forma completa”) não atingiram concordância utilizada como ideal neste estudo. O IVC médio foi de 0,85. No teste binomial, observou-se concordância estatisticamente superior a 0,80 nos itens: proposta do atlas (p=0,914), ajuda no estudo de histologia de forma não cansativa (p=1), conteúdo (p=0,914) e atratividade (p=1) (**Tabela 3**).

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

Item	n	%	I-VCI	P*
O atlas virtual é apropriado para a proposta a que se destina	10	90,9	0,90	0,914
O atlas virtual facilita a aprendizagem dos conceitos usados e suas aplicações	8	72,7	0,72	0,382
O atlas virtual fornece ajuda de forma completa	7	63,6	0,63	0,161
O atlas virtual proporciona ajuda no estudo de histologia de forma não cansativa	11	100,0	1,0	1
O conteúdo do atlas virtual corresponde ao conteúdo presente na literatura em histologia	10	90,9	0,90	0,914
O atlas virtual é atrativo para estudantes de histologia	11	100,0	1,0	1
<b>S-VCI</b>			<b>0,85</b>	

\*Teste binomial.

Fonte: Elaborado pelos autores.

No que diz respeito à avaliação dos juízes especialistas da área de tecnologia de



informação e comunicação, 90,9% (n=10) e 100,0% (n=11) afirmaram que o atlas é de fácil acesso e compreensivo, respectivamente. Quanto aos recursos utilizados no atlas, 100,0% (n=11) apontaram que estes foram feitos corretamente e 90,9% (n=10) consideraram a interface do atlas atraente. Sobre o manuseio, 100,0% (n=11) destacaram que o atlas é de fácil manuseio e 90,9% (n=10) consideraram que este proporcionava ajuda no estudo de histologia de forma não cansativa.

Quanto ao IVC, todas as questões, com exceção sobre a pergunta “recursos utilizados no atlas virtual são realizados de forma abrangente”, apresentaram valores superiores a 0,78 de concordância, com IVC médio de 0,91. O teste binomial mostrou a concordância estatisticamente superior a 0,80 na facilidade de acesso (p=0,914) e compreensão (p=1), realização dos recursos corretamente (p=1) interface atraente (p=0,914), facilidade do manuseio (p=1) e ajuda no estudo de histologia de forma não cansativa (p=0,914) (**Tabela 4**).

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

<b>Item</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>I-IVC</b>	<b>P*</b>
O atlas virtual é de fácil acesso	10	90,9	0,90	0,914
A linguagem utilizada no atlas virtual é de fácil compreensão	11	100,0	1	1
Os recursos utilizados no atlas virtual estão feitos corretamente	11	100,0	1	1
Os recursos utilizados no atlas virtual são realizados de forma abrangente	8	72,7	0,72	0,382
A interface do atlas é atraente	10	90,9	0,90	0,914
O atlas virtual é de fácil manuseio	11	100,0	1	1
O atlas virtual proporciona ajuda no estudo de histologia de forma não cansativa	10	90,9	0,90	0,914
<b>S-VCI</b>			<b>0,91</b>	

\*Teste binomial.

Fonte: Elaborado pelos autores.

## **DISCUSSÃO**

A validação de conteúdo e técnica do “Atlas de Histologia em cores da PUCRS” com especialistas na área de ciências morfofuncionais e tecnologias de informação, possibilitou a avaliação sobre a qualidade e a confiabilidade da sua informação. Esta pesquisa buscou verificar se uma ferramenta digital disponível na internet era, de fato, tecnicamente viável para o ensino e aprendizagem de histologia, permitindo analisar a qualidade dos materiais educacionais antes de sua utilização pelo público-alvo<sup>18</sup>. Ademais, contribuiu para ampliar as opções de recursos didáticos digitais confiáveis e que permitem ao aluno construir o seu próprio conhecimento a partir da utilização dessa ferramenta.

A partir de dados obtidos, o perfil de juízes especialistas da área de ciências morfofuncionais mostrou o predomínio de mulheres, com média de idade de 38,5 ( $\pm 6,74$ ) anos. Esses resultados corroboram o estudo de Santos et al.<sup>25</sup>, no qual uma parte significativa da amostra era também formada por mulheres e com idade entre 30 e 34 anos. Dentre as hipóteses que expliquem esses achados, Souza e Hein<sup>26</sup> destacam o aumento significativo de mulheres jovens no mercado de trabalho. Também há que se considerar a maior participação de mulheres nos cursos da área da saúde, devido à visão de atuação ainda sexista relacionado ao cuidado<sup>25</sup>.

Quanto ao destaque de juízes especialistas biólogos, pode estar relacionado ao fato de o conteúdo de histologia ser um ramo da biologia que se preocupa com o estudo anatomofuncional de células, tecidos e órgãos do corpo<sup>6</sup>. Sobre a média do tempo de formação de 14 anos, a predominância de especialistas com mestrado e doutorado, e a média do tempo de experiência de 12 anos com a temática são tidas como aspectos fundamentais nos estudos de validação das tecnologias educacionais, uma vez que favorecem a qualidade da análise e das sugestões<sup>27,28</sup>. Ademais, os professores experientes possuem um olhar mais aguçado, podendo contribuir pedagogicamente para a construção de recursos digitais educacionais<sup>27</sup>.

Por outro lado, a maior participação do sexo masculino entre juízes especialistas da área de tecnologias de informação e comunicação não foi surpreendente, uma vez que a literatura mostra que nessa área ainda prevalecem, maioritariamente, indivíduos do sexo masculino<sup>29</sup>. Além disso, infere-se que o destaque de graduados em ciências de computação pode estar associado ao fato de o atlas ser uma ferramenta desenvolvida a partir de conceitos da computação gráfica e processamento de imagem<sup>15</sup>. Quanto ao tempo médio de formação de 20 anos, pode-se considerar que os participantes estão aptos para avaliar o atlas. Sobre à titulação, cabe ressaltar como fator positivo a predominância de mestres e doutores, atuando como professores na área de tecnologias de informação e comunicação com mais de 15 anos de experiência.

De modo geral, o nível médio de concordância referente ao conteúdo e técnica do atlas se mostrou adequado, mantendo-se acima de 0,80. Isso sugere que este atlas poderá ser utilizado como um recurso digital durante o processo de ensino e aprendizagem de histologia. A experiência de validação de ferramentas virtuais para o ensino de morfologia foi relatada por Liu et al.<sup>30</sup>. Nesse estudo, os resultados evidenciaram maior satisfação dos alunos e melhor desempenho acadêmico em comparação ao grupo controle. Outra experiência foi relatada por Khasanah, Pratiwi e Zahroh<sup>31</sup>, na qual 90,7% dos especialistas do conteúdo,

91,4% dos especialistas de mídias digitais, 90,4% dos revisores, 87,43% dos professores de biologia e 84,7% dos alunos consideraram o atlas de boa qualidade, referendando os achados do presente estudo.

A maioria dos juízes especialistas admitiu que a proposta do atlas era adequada, ratificando os estudos que apontam este tipo de ferramenta como um recurso didático viável para o ensino e aprendizagem de histologia<sup>30,32-34</sup>. Vale destacar que a aceitação deste tipo de ferramenta vem alcançando bastante a aceitação por parte dos professores e dos alunos<sup>30,32,33</sup>. O atlas virtual validado neste estudo pode fornecer uma compreensão rápida sobre os tecidos básicos e gametogênese. Suas características incluem a digitalização e visualização de estruturas histológicas, recursos da interatividade, pequenas descrições textuais no idioma português e acesso aberto, flexibilizando o acesso ao conteúdo a qualquer hora e em qualquer lugar. Com isso, os alunos podem dedicar mais tempo ao estudo de histologia, o que aumenta sua satisfação com aprendizagem e seu desempenho acadêmico<sup>35</sup>.

No aspecto referente à ajuda no estudo de histologia de forma cansativa, todos os especialistas da área de ciências morfofuncionais e a maioria dos especialistas da área de tecnologia de informação e comunicação concordaram que o atlas proporciona auxílio no referido momento de estudo. Esses achados podem estar relacionados a qualidade das imagens obtidas que são visualizadas em boa resolução, exigindo menos tempo para identificar as estruturas histológicas<sup>36,37</sup>. Destaca-se que, neste atlas, pontos de marcação das estruturas histológicas foram utilizadas para aumentar a precisão diagnóstica das estruturas e/ou células.

Além disso, percebe-se que a avaliação dos dois tipos de juízes considerou o atlas atrativo para os alunos de histologia. Esses resultados podem ser explicados pelo *design* colorido, “ícones de interatividade” e pequenos textos informativos, bem com a interface amigável<sup>38</sup>. Outros fatores relacionados incluem a possibilidade de acesso e alta usabilidade em dispositivos móveis e *desktops*, sem necessidade de instalar *software* específico<sup>39</sup>. Esses aspectos contribuem para atrair atenção dos alunos, motivando-os a estudar o conteúdo, além de promover maior engajamento nas atividades acadêmicas, podendo repercutir no desempenho acadêmico daqueles que o utilizam<sup>40,41</sup>.

A maioria dos especialistas da área de ciências morfofuncionais também concordou que o conteúdo do atlas reflete os assuntos abordados durante o ensino de histologia. Com este resultado, entende-se que o atlas representa um importante recurso didático digital para o processo de ensino e aprendizagem de histologia. É relevante que os estudos que envolvem a produção de tecnologias digitais para o ensino investiguem a confiabilidade das informações,

uma vez que a *internet*, considerada uma rede mundial, permite a divulgação de conteúdos por qualquer pessoa independentemente da sua expertise com o assunto<sup>42</sup>.

É importante chamar atenção para as questões que não alcançaram o valor do I-CVI adotado neste estudo, facilidade da aprendizagem dos conceitos e suas aplicações e fornecimento da ajuda por completo. É plausível que a preocupação relacionada ao uso do atlas virtual no ensino de histologia tenha se sobressaído na avaliação de especialistas da área de ciências morfofuncionais. Essa preocupação, também, encontra respaldo na literatura<sup>8,32,43</sup>. Esses autores afirmam que ferramentas de aprendizagem baseadas na *web* devem ser utilizadas como recursos complementares a microscopia óptica. Donkin et al.<sup>44</sup> concluíram que essa abordagem melhora a aprendizagem e o desempenho acadêmico. Diante dessas evidências, o atlas virtual poderá auxiliar na construção do conhecimento quando utilizado como recurso complementar à microscopia óptica, sem necessariamente substituí-la.

Os resultados referentes à acessibilidade, facilidade de compreensão e manuseio, em que a maioria dos especialistas da área de tecnologias de informação e comunicação considerou o atlas, deve-se ao fato do processo da construção desta tecnologia ter ocorrido de forma rigorosa, buscando disponibilizar uma ferramenta capaz de ser acessada em qualquer dispositivo eletrônico que estivesse conectado à *internet*, com linguagem clara e objetiva. Quanto aos recursos utilizados no atlas, a maioria dos especialistas concordou que estes foram feitos corretamente. Este achado, como já mencionado, reflete o *design* do atlas com interface agradável, fonte de tamanho e estilo de letra adequado, breves textos objetivos, fundo de tela com cores claras e imagens relacionadas ao conteúdo, aspectos que contribuem para aceitação dos alunos<sup>38</sup>. Por outro lado, o fato do item “recursos utilizados no atlas virtual são realizados de forma abrangente” não ter alcançado o I-VCI esperado, pode ser justificado por um erro na adaptação do instrumento da avaliação, no qual a questão apresenta subjetividade em relação a sua resposta.

As limitações deste estudo incluem a não realização de uma segunda rodada da avaliação após sugestões de especialistas e o fato de o atlas não ter sido submetido a validação com o público-alvo, impedindo avaliação da sua adequabilidade e efeito no desempenho acadêmico. Nesse sentido, espera-se que as próximas pesquisas avancem em direção a validação por alunos.

## CONCLUSÃO

O atlas virtual para o ensino e aprendizagem de histologia teve seu conteúdo e técnica avaliados e validados por especialistas em ciências morfofuncionais e de tecnologias da

informação e comunicação. Na avaliação dos especialistas, o atlas foi considerado adequado a sua proposta, compreensível, acessível, atrativo e capaz de proporcionar ajuda no estudo de histologia de forma não cansativa. Apesar da validação do conteúdo e da técnica presentes no atlas indicarem a viabilidade do seu uso como recurso didático virtual no processo de ensino e aprendizagem de histologia, faz-se necessário investigar se o mesmo apresenta impacto sobre o desempenho acadêmico dos estudantes a partir da sua utilização.

## REFERÊNCIAS

1. Montanari T. A produção de livros digitais para o ensino presencial e remoto de Histologia. *RENTE*, Porto Alegre. 2018;16(2):112–126.
2. Dias IPSS, Sato TP, Miranda KC, Vasconcellos LMR, Salgado MAC, Spalding M. Avaliação da experiência de estudantes de Odontologia com metodologias ativas de ensino na disciplina de Histologia. *Rev. Docência Ens. Sup.* 2021;11:e023804.
3. Marques C, Faísca P, Soares M. Learning histology: veterinary medicine student preferences in the digital era. *Revista Lusófona de Ciência e Medicina Veterinária.* 2021;11:4-10.
4. Sant’Anna CS, Albuquerque CAC, Baraúna SC, 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.
5. Zaletel V, Maric G, Gazibarat T, Rakocevi J, Borovic ML, Puska N, Bajceti M. Relevance and attitudes toward histology and embryology course through the eyes of freshmen and senior medical students: Experience from Serbia. *Ann Anat.* 2016;208:217–221.
6. Chapman JA, Lee LMJ, Swailes NT. From Scope to Screen: The Evolution of Histology Education. *Adv Exp Med Biol.* 2020;1260:75-107.
7. 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):146-152.
8. Paulsen FP, Eichhorn M, Brauer L. Virtual microscopy—The future of teaching histology in the medical curriculum? *Ann Anat.* 2010;192(6):378-382.
9. Alonso PLC. Introducción al uso de imágenes digitales en formato web en el aprendizaje de la histología humana. *Educ Med.* 2019;20(5):280-283.
10. Muñoz EP. La enseñanza de la anatomía microscópica sin microscópios. *Educación Médica Superior.* 2020;34(2):e2057.
11. 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.
12. 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.
13. Pantanowitz L, Szymas J, Yagi Y, Wilbur D. Whole slide imaging for educational purposes. *J Pathol Inform.* 2012;3(1):46.
14. Chimmalgi M, Hortsch M. Teaching Histology Using Self-Directed Learning Modules (SDLMs) in a Blended Approach. *Med Sci Educ.* 2022;7(32):1455-1464.
15. Silva LA. Desenvolvimento de Aplicativo com Objetivo de Aprendizagem: Atlas Virtual Interativo para o Ensino da Anatomia Cabeça e Pescoço direcionada à Odontologia. Bauru, 2016.

16. Rheingantz MGT, Oliveira LBO, Minello LF, Rodrigues RF. A importância do atlas virtual no ensino-aprendizagem da Histologia. *Braz. J. Dev., Curitiba.* 2019;5(7):8904-8912.
17. 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):180-188.
18. 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.
19. Grunwald T, Corsbie-Massay C. Guidelines for cognitively efficient multimedia learning tools: educational strategies, cognitive load, and interface design. *Acad Med.* 2006;81(3):213-223.
20. 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.
21. Fehring RJ. The Fehring model. In: Carrol-Johnson RM, Paquete M, editors. *Classification of nursing diagnoses: proceedings of the Tenth Conference.* Philadelphia: JB Lippincott. 1994:55-62.
22. Pereira FGF, Rocha DJL, Melo GAA, Jaques RMPL, Formiga LMF. Construção e validação de aplicativo digital para ensino de instrumentação cirúrgica. *Cogitare enferm.* 2019;24:e58334.
23. 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.
24. 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.
25. Santos DKC, Santos JCO, Lima RB, Fonseca TV, Silva WA, Silva GM, Kameo SY, Almeida KA. Profile of students and professors of health courses at a federal institution in the Northeastern Brazil. *Res Soc Dev.* 2022;11(5): e17811528201.
26. Souza S, Hein AK. Teaching women in higher education: challenges and overcoming. *Revista Científica Multidisciplinar: O Saber.* 2021;3:1-13.
27. 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.
28. Gigante VCG, Oliveira RCD, Ferreira DS, Teixeira E, Monteiro WF, Martins ALDO, Nascimento MHM. Construction and validation of educational technology about alcohol consumption among university students. *Cogitare enferm.* 2021;26:e71208.
29. Posser CV, Texeira AC. Mulheres que aprendem informática: Um estudo de gênero na área de TI. In: *Workshop de informática na escola, 22., 2016, Uberlândia. Anais [...].* Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação. 2016:707-716.
30. Liu Q, Sun W, Du C, Yang L, Yun N, Cui H, Song W, Ge L. 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.
31. Khasanah LU, Pratiwi M, Zahroh R. Design of Online Animal Histology Atlas as a Learning Source. *Proceeding International Conference on Science and Engineering.* 2019;2:313-318.
32. Rosas C, Rubi R, Donoso M, Uribe S. Dental Students' Evaluations of an Interactive Histology Software. *J Dent Educ.* 2021;76(11):1491-1496.

33. Lee BC, Hsieh ST, Chang YL, Tseng FY, Lin YJ, Chen YL, Chang SC. 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):743-758.
34. 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):01-15.
35. Felszeghy S, Pasonen-Seppanen S, Koskela A, Mahonen A. Student-focused virtual histology education: Do new scenarios and digital technology matter? [version 1]. *MedEdPublish.* 2017;6:154.
36. 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;35:289-298.
37. Miranda ÉJ, Neto ES, Ribeiro LCV, Soussa MRB. Atlas Digital como Ferramenta de Apoio ao Estudo da Histologia e Patologia. *Rev. Ens. Educ. Cienc. Human., Londrina.* 2017;18(4):428-431.
38. Souza AOT, Paula ABR, Oliveira FBM. Construction and evaluation of a website on health of elderly. *Revista Ciência & Saberes.* 2015;1(1):9-16.
39. 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.
40. O'Brien H, Cairns P, Hall M. A practical approach to measuring user engagement with the refined user engagement scale (UES) and new UES short form. *Int J Hum Comput Stud.* 2018;112:28-39.
41. 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.
42. 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.
43. Pratt RL. Are we throwing histology out with the microscope? A look at histology from the physician's perspective. *Anat Sci Educ.* 2009;2(5):205–209.
44. 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).

## **6 CONCLUSÃO FINAL**

Em suma, pode-se concluir que o uso das tecnologias digitais para o ensino de histologia apresenta um grande potencial para melhorar o processo de ensino-aprendizagem nessa área. Entre as tecnologias que podem ser utilizadas, destacam-se plataformas online, aplicativos móveis, microscopia virtual e vídeos instrucionais. A integração dessas tecnologias com métodos tradicionais pode transformar a aprendizagem ao proporcionar flexibilidade, interatividade e maior motivação entre os estudantes.

Os resultados desta tese também indicam que, embora essas tecnologias tenham sido predominantemente analisadas em países desenvolvidos, sua implementação em contextos diversos, como o Brasil, durante a pandemia por COVID-19, mostrou resultados positivos. Mesmo com preocupações sobre o acesso desigual a essas tecnologias devido a fatores socioeconômicos, a adaptação dos estudantes a um ambiente de e-learning foi eficaz, levando a um desempenho acadêmico superior em comparação ao ensino tradicional pré-pandemia.

Além disso, o desenvolvimento de recursos didáticos como o atlas virtual para histologia, validado por especialistas, demonstra ser uma ferramenta atrativa e acessível, com potencial de facilitar o estudo sem ser cansativo. No entanto, ainda é necessário mais pesquisa para validar o impacto dessas ferramentas no desempenho acadêmico dos estudantes.

Portanto, embora as tecnologias digitais ofereçam uma promessa significativa para a educação em histologia, é essencial realizar estudos adicionais com metodologias robustas para compreender plenamente seu impacto e garantir que todos os estudantes, independentemente de sua condição socioeconômica, possam se beneficiar dessas inovações educacionais.



## 7 REFERÊNCIAS GERAIS

- ALONSO, P. L. C. Introducción al uso de imágenes digitales en formato web en el aprendizaje de la histología humana. **Educ Med.**, v. 20, n. 5, p. 280-283, 2019.
- AMARAL, I.; NOGUEIRA, M. I.; FERREIRA, F. R. M. Entre neurônios e sinapses: as contribuições de Cajal e Athias para a medicina ibérica entre os séculos XIX e XX. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v.24, n.1, p.187-199, 2017.
- AMER, M. G.; NEMENQANI, D. M. Successful use of virtual microscopy in the assessment of practical histology during pandemic COVID-19: A descriptive study. **J Microsc Ultrastruct.**, v. 8, p. 156-61, 2020.
- ARMUTAK, A.; DINCER, F. The History of Histology and Embryology in Veterinary Medicine in Turkey. **Acta Veterinaria Eurasia**, v. 46, n. 2, 2020.
- AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa (PT): Plátano Edições Técnicas; 2000.
- AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton; 1963.
- BECERRA, D.; GROB, M.; ASSADI, J. L.; ASTORGA, C.; TRICIO, J.; MELELLI, R.; SILVA, C. & SABAG, N. Academic achievement and perception of two teaching methods in histology: Light and digital microscopy. Pilot study. **Int. J. Morphol.**, v. 36, n. 3, p. 811-816, 2018.
- BLOODGOOD, R. A.; OGILVIE, R. W. Trends in histology laboratory teaching in United States medical schools. **Anat Rec B New Anat.**, v. 289, n. 5, p. 169-75, 2006.
- BOCK, O. A history of the development of histology up to the end of the nineteenth century. **Research**, 2015.
- BRISBOURNE, M. A. S.; QUEIXO, S. S. L.; MELNYK, E.; BEGG, D. A. Using web-based animations to teach histology. **The Anatomical Record**, v. 269, n. 1, p. 11-19, 2002.
- BRISBOURNE, M. A.; CHIN, S. S.; MELNYK, E.; BEGG, D. A. Using web-based animations to teach histology. **Anat Rec.**, v. 269, n. 1, p. 11-9, 2002.
- CALADO, A. M. História do Ensino de Histologia. **História da Ciência e Ensino**, v. 20, p. 455-466, 2019.
- CAPO, I.; ANDREJIC VISNJIC, B.; MILIKOVIC, D.; POPOVIC, M.; ILIC SABO, J.; AMIDZIC, J.; FEJSA LEVAKOV, A.; DOLAI, M.; LALOSEVIC, D. Virtual microscopy in histology and pathology education at the faculty of medicine, university of novi sad. **Med Pregl.**, v. LXX, n. 11-12, p. 371-376, 2017.
- CARUSO, M. C. Virtual Microscopy and Other Technologies for Teaching Histology During Covid-19. **Anatomical Science Education**, v. 14, n. 1, p. 19-21, 2021.
- CHAPMAN, J. A.; LEE, L. M. J.; SWAILES, N. T. From Scope to Screen: The Evolution of Histology Education. **Advances in Experimental Medicine and Biology.**, v. 1260, p. 75-

107, 2020.

CHIMMALGI, M.; HORTSCH, M. Teaching Histology Using Self-Directed Learning Modules (SDLMs) in a Blended Approach. **Med Sci Educ.**, v. 7, n. 32, p. 1455-1464, 2022.

CHROBAK, R. El aprendizaje significativo para fomentar el pensamiento crítico. **Archivos de Ciencias de la Educación**, v.11, n. 12, 2017.

COTTER, J. R. Laboratory instruction in histology at the University at Buffalo: recent replacement of microscope exercises with computer applications. **Anat Rec.**, v. 265, n. 5, p. 212-21, 2001.

CRUZ, C. C. **A teoria cognitivista de Ausubel**. Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação– Unicamp. 2011.

DIAS, I. P. S. S.; VEGIAN, M. R. C.; SATO, T. P.; MIRANDA, K. C.; VASCONCELLOS, L. M. R.; SALGADO, M. A. C.; SPALDING, M. Avaliação da experiência de estudantes de Odontologia com metodologias ativas de ensino na disciplina de Histologia. **Rev. Docência Ens. Sup.**, Belo Horizonte, v. 11, p. e023804, 2021.

EIVAZOVA, E. R. Histology: Study of Human Tissue. In book: **Encyclopedia of Applied Science**. P. 964-969, 2012.

ESMERALDO, A. R. A. A.; NOGUEIRA, F. F.; ALMEIDA, M. M.; SILVA, A. F. da; JUNIOR, R. F. F. P.; LACERDA-PINHEIRO, S. de F. Atlas virtual interativo de histologia e biologia celular. **Extensão em Ação**, Fortaleza, v. 1, n. 6, p. 96 - 102, Jan/Jul 2014.

GARCÍA, M.; VICTORY, N.; NAVARRO-SEMPERE, A.; SEGOVIA, Y. Students' Views on Difficulties in Learning Histology. **Anat Sci Educ.**, v. 12, n. 5, p. 541-549, 2019.

GHOSH, S. K.; KUMAR, A. Marcello Malpighi (1628-1694): Pioneer of microscopic anatomy and exponent of the scientific revolution of the 17th Century. **Eur. J. Anat.**, v. 22, n.5, p. 433-439, 2018.

GRUNWALD, T.; CORSBIE-MASSAY, C. Guidelines for cognitively efficient multimedia learning tools: educational strategies, cognitive load, and interface design. **Academic medicine**, v. 81, n. 3, p. 213-223, 2006.

HEIDGER, P. M.; DEE, F.; CONSOER, D.; LEAVEN, T.; DUNCAN, J.; KREITER, C. Integrated approach to teaching and testing in histology with real and virtual imaging. **Anat Rec.**, v. 269, n. 2, p. 107-12, 2002.

HELLE, L.; NIVALA, M.; KRONQVIST, P. More Technology, Better Learning Resources, Better Learning? Lessons from Adopting Virtual Microscopy in Undergraduate Medical Education. **Anat Sci Educ.**, v. 6, n. 2, p. 73–80, 2013.

HELLE, L.; NIVALA, M.; KRONQVIST, P. More technology, better learning resources, better learning? Lessons from adopting virtual microscopy in undergraduate medical education. **Anat Sci Educ.**, v. 6, n. 2, p. 73-80, 2013.

HIGHTOWER, J. A.; BOOCKFOR, F. R.; BLAKE, C. A.; MILLETTE, C. F. The standard medical microscopic anatomy course: Histology circa 1998. **THE ANATOMICAL**

**RECORD** (NEW ANAT.), v. 257, p. 96–101, 1999.

HOLADAY, L., SELVIG, D., PURKISS, J. et al. Preference of Interactive Electronic Versus Traditional Learning Resources by University of Michigan Medical Students during the First Year Histology Component. **Med.Sci.Educ.**, v. 23, p. 607–619, 2013.

HORTSCH, M. Histology as a Paradigm for a Science-Based Learning Experience: Visits by Histology Education Spirits of Past, Present, and Future. **Anatomical Sciences Education**, v. 16, n. 3, p. 372-383, 2023.

HORTSCH, M.; MANGRULKAR, R. S. 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.**, v. 8, n. 5, p. 478-83, 2015.

HUSSEIN, I. H.; RAAD, M.; SAFA, R.; JURJUS, R.; JURJUS, A. Once Upon a Microscopic Slide: The Story of Histology. **J Cytol Histol.**, v. 6, n. 6, p. 1-4, 2015.

JACYNA, L. S. A Host of Experienced Microscopists”: The Establishment of Histology in Nineteenth-Century Edinburgh. **Bull Hist Med**, v. 75, n. 2, p. 225-253, 2001.

JOAQUIM, D. C.; HORTSCH, M.; SILVA, A. S. R.; DAVID, P. B.; LEITE, A. C. R. M.; GIRAO-CARMONA, V. C. C. Digital information and communication technologies on histology learning: What to expect? An integrative review. **ANATOMIA, HISTOLOGIA, EMBRYOLOGIA** (INTERNET), v. 51, n. 2, p. 180-188, 2022.

KHALIL, M. K.; KIRKLEY, D. L.; KIBBLE, J. D. Development and evaluation of an interactive electronic laboratory manual for cooperative learning of medical histology. **Anatomical Sciences Education**, v. 6, n. 5, p. 342-350, 2013.

KOURY, H. F.; LEONARD, C. J.; CARRY, P. M.; LEE, L. M. J. An Expert Derived Feedforward Histology Module Improves Pattern Recognition Efficiency in Novice Students. **Anat Sci Educ.**, v. 12, n. 6, p. 645-654, 2019.

KUMAR, R. K.; FREEMAN, B.; VELAN, G. M.; DE PERMENTIER, P. J. Integrating histology and histopathology teaching in practical classes using virtual slides. **Anat Rec B New Anat.**, v. 289, n. 4, p. 128-33, 2006.

KUMAR, R. K.; FREEMAN, B.; VELAN, G. M.; PERMENTIER, P. Integrating histology and histopathology teaching in practical classes using virtual slides. **The Anatomical Record**, v. 289B, n. 4, p. 128-133, 2006.

LEE, B. C.; HSIEH, S. T.; CHANG, Y. L. et al. A Web-Based Virtual Microscopy Platform for Improving Academic Performance in Histology and Pathology Laboratory Courses: A Pilot Study. **Anat Sci Educ.**, v. 13, n. 6, p. 743-758, 2020.

LEE, L. M.; GOLDMAN, H. M.; HORTSCH, M. The virtual microscopy database—sharing digital microscope images for research and education. **Anatomical sciences education**, v. 11, n. 5, p. 510-515, 2018.

LIMA, V. S.; AZEVEDO, N. A. A.; GUIMARÃES, J. M. X.; PEREIRA, M. M.; NETO, J. A.; SOUZA, L. M.; PEQUENO, A. M. C.; SOUSA, M. S. Educational video production: professional training strategy for health teaching. *Rev Eletron Comun Inf Inov Saúde*, v. 13,

n. 2, p. 428-38, 2019.

MALNIC, G.; SAMPAIO, M. C. O ensino das ciências básicas na área da saúde. **Estudos avançados**, v. 8, n. 22, p. 547-552, 1994.

MANTOVANI, A. L. S.; LIMA, A. R. A.; BRIENZE, S. L. A.; SANTOS, E. R.; FUCUTA, P. S.; ANDRÉ, J. C. Biologia celular e histologia em medicina: percepção sobre o ensino e desempenho de estudantes. **Rev Inter Educ Saúde.**, v. 3, n. 1, p. 8-16, 2019.

MASINI, E. F. S. Meaningful learning: conditions for occurrence and gaps that may hinder it. **Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 1, p. 16-24, 2011.

MAZZARINI, M. FALCHI, M.; BANI, D.; MIGLIACCIO, A. R. Evolution and new frontiers of histology in bio-medical research. **Microsc Res Tech.**, v. 84, n. 2, p. 217-237, 2021.

MEANS B.; TOYAMA, Y.; MURPHY, R.; U.S. Department of Education, Office of Planning, Evaluation, and Policy Development, evaluation of evidence-based practices in online learning: a meta-analysis and review of online learning studies. Washington, D.C., 2009.

MEDINA, I. J.; GÓMEZ-LUQUE, M. A.; AMARO, J. P.; RUIZ, I. L.; GÓMEZ-NETO, M. A. HistoNFC: An Innovative Tool for the Practical Teaching of Histology Using NFC Technology. **Wireless Communications and Mobile Computing**, p. 1-16, 2019.

MELO, A. G. Contribuições das TIC's e da aprendizagem significativa para processo de ensino-aprendizagem. **Revista Docentes**, v. 2, n. 3, 2017.

MIONE, S.; VALCKE, M.; CORNELISSEN, M. Remote histology learning from static versus dynamic microscopic images. **Anat Sci Educ.**, v. 9, p. 222–230, 2016.

MONTANARI, T. A produção de livros digitais para o ensino presencial e remoto de histologia. **RENOTE: revista novas tecnologias na educação**, v. 16, n. 2, 2018.

MONTANARI, T. Diagnóstico de imagens como método avaliativo em histologia e embriologia. **Br. J. Ed., Tech. Soc.**, v.13, n.4, p.424-431, 2020.

MONTANARI, T. Recursos virtuais para o ensino presencial e remoto de Histologia. **RENOTE: revista novas tecnologias na educação**. Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 12, 2016.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. **Qurriculum, La Laguna, Espanha**, 2012a.

MOREIRA, M. A. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, v. 7, n. 2, 2012b.

MUÑOZ, E. P. La enseñanza de la anatomía microscópica sin microscópios. **Educación**

**Médica Superior**, v. 34, n. 2, p. e2057, 2020.

MUSUMECI, G. Past, present and future: overview on histology and histopathology. **J Histol Histopathol.**, v. 1, n. 5, 2014.

PANTANOWITZ, L.; SZYMAS, J.; YAGI, Y.; WILBUR, D. Whole slide imaging for educational purposes. **J Pathol Inform**, v. 3, n. 1, p. 46, 2012.

PAULSEN, F. P.; EICHHORN, M.; BRAUER, L. Virtual microscopy—The future of teaching histology in the medical curriculum? **Annals of Anatomy**, v. 192, n. 6, p. 378-382, 2010.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Rev. PEC**, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, 2002.

PIERETTE, A. Fostering Student Engagement With Digital Microscopic Images Using ThingLink, na Image Annotation Program. **Journal of College Science Teaching**, v. 47, n. 5, p. 16-21, 2018.

PCMF. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MORFOFUNCIONAIS. 2015. Disponível em: <http://www.pcmf.ufc.br/portal/images/pdf/regimentopcmf.pdf>. Acesso 19 out. 2019.

PUHL, C. S.; MULLER, T. J.; LIMA, I. G. As contribuições de David Ausubel para os processos de ensino e de aprendizagem. **Revista Dynamis**, FURB, Blumenau, v. 26, n.1, p. 61-77, 2020.

RHEINGANTZ, M. G. T.; OLIVEIRA, L. B. O.; MINELLO, L. F.; RODRIGUES, R. F. A importância do atlas virtual no ensino-aprendizagem da Histologia. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 5, n. 7, p. 8904-8912 jul. 2019.

RUJANO-BALZA, M. A. Histology Classifier App: Remote Laboratory Sessions Using Artificial Neural Networks. **Med.Sci.Educ.**, v. 31, p. 305–307, 2021.

SANT'ANNA, C. S.; ALBUQUERQUE, C. A. C.; BARAÚNA, S. C.; OLIVEIRA FILHO, G. R. Prática deliberada no ensino de histologia na graduação em Medicina: estudo prospectivo randomizado e controlado. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 46, n. 2, p. e082, 2022.

SANTA-ROSA, J. G.; STRUCHINER, M. Tecnologia Educacional no Contexto do Ensino de Histologia: Pesquisa e Desenvolvimento de um Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 35, n. 2, p. 289-298, 2011.

SHARMIN, N.; CHOW, A. K.; DONG, A. S.; MILOS, N. C. Histoscope: A Web-Based Microscopy Tool for Oral Histology Education. **Healthc Inform Res.**, v. 27, n. 2, p. 146-152, 2021.

SHOJA, M. S.; TUBBS, R. S.; LOUKAS, M.; SHOKOUHI, G.; ARDALAN, M. R. Marie-Franc-ois Xavier Bichat (1771–1802) and his contributions to the foundations of pathological anatomy and modern medicine. **Ann Anat**, v. 190, n. 5, p. 413-420, 2008.

- SILVA, A. X. G.; ABREU, E. P. F.; FONSÊCA, Y. C. A.; CAMILLO, C. S.; MOURA, S. A. B. Experiência de desenvolvimento e uso de uma ferramenta digital para o ensino das Ciências Morfológicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 3, p. 67-80, 2012.
- SILVA, F. C.; RATO, L. M.; LOPES, O. S. Learning and teaching histology: traditional and computational methods. In: **Proceedings of International Conference “Learning and Teaching in Higher Education”**; 2010 Apr 15–16; Evora, Portugal.
- SILVA, F. dos S.; NUNES, BL; RAMOS, AP de S. Impacto das Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino de histologia: uma revisão integrativa da literatura. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 11, n. 4, p. e17711427271, 2022.
- SILVA, L. A. da. Desenvolvimento de Aplicativo com Objetivo de Aprendizagem: Atlas Virtual Interativo para o Ensino da Anatomia Cabeça e Pescoço direcionada à Odontologia. Bauru, 2016.
- SILVA-LÓPES, V. W.; MONTEIRO-LEAL, L. Creating a Histology-Embryology free digital image database using high-end microscopy and computer techniques for on line biomedical education. **Anat Rec (Part B: New Anat)**, v. 273 B, n.1, p. 126-131, 2003.
- TAUBER, Z.; CIZKOVA, K.; LICHNOVSKA, R.; LACEY, H.; ERDOSOVA, B.; ZIZKA, R.; KAMARAD, V. Evaluation of the effectiveness of the presentation of virtual histology slides by students during classes. Are there any differences in approach between dentistry and general medicine students? **Eur J Dent Educ.**, v. 23, n. 2, p. 119-126, 2019.
- TESHOME, D. Attitude and Perception of Medical Students Towards Histology Subject at Wollo University, Ethiopia. **Advances in Medical Education and Practice**, v. 13, p. 337-344, 2022.
- THINTHARUA, P.; DHARMASAROJA, P. Histology Study in Undergraduate Medical Education. **Ramathibodi Medical Journal**, v. 43, n. 3, 34–40, 2020.
- TITFORD, M. A Short History of Histopathology Technique. **Journal of Histotechnology**, v. 29, n. 2, p. 99–110, 2006.
- TORRES, D. V.; HERRANZ, F. Z.; ROCHA, S, Z. Doscientos años de la enseñanza de la Medicina: la experiencia chilena como ejemplo de los procesos de independencia hispanoamericana y los cambios en educación médica. **Bordón**, v. 62, n. 2, p. 81-91, 2010.
- TRIOLA, M. M.; HOLLOWAY, W. J. Enhanced virtual microscopy for collaborative education. **BMC Med Educ.**, v. 26, n. 11, 2011.
- UFC. UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. 2017. Disponível em: <http://www.ufc.br/a-universidade>. Acesso 28 out. 2019.
- UNILAB. UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA. Disponível em: <http://www.unilab.edu.br/sobre-a-unilab/>. Acesso 28 out. 2019.
- VALÉRIO, M.; TORRESAN, C. A invenção do microscópio e o despertar do pensamento biológico: um ensaio sobre as marcas da tecnologia no desenvolvimento das ciência da vida.

**REnBio-Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 1o, n. 1, p. 125-134, 2017.

VERDIA, M.; ALEJANDRA, D.; MORENO, P.; ALEJANDRA, F.; RIVERA, L.; SOLEDAD, T.; GÓMEZ, S.; ROBERTO, L. Histología: desde su origen hast la actualidad. **Rev. Cient. Esc. Univ. Cienc. Salud.**, v. 3, n. 1, p. 47-57, 2016.

WASEEM, N.; RASHEED, A.; GILL, M.; ASAD, A.; SHAMIM, M. O.; WASEEM, F. The attitudes of medical students towards clinical relevance of histology. **PAFMJ**, v. 71, n. 1, p. 351-56, 2021.

WILSON, A. B.; TAYLOR, M. A.; KLEIN, B. A.; SUGRUE, M. K.; WHIPPLE, E. C.; BROKAW, J. J. Meta-analysis and review of learner performance and preference: virtual versus optical microscopy. **Med Educ.**, v. 50, n. 4, p. 428–40, 2016.

ZALETEL, V.; MARIC, G.; GAZIBARA, T.; RAKOCEVI, J.; BOROVIĆ, M. L.; PUSKA, N.; BAJCETI, M. Relevance and attitudes toward histology and embryology course through the eyes of freshmen and senior medical students: Experience from Serbia. **Annals of Anatomy**, v. 208, p. 217–221, 2016.

ZARELLA, M. D.; BOWMAN, D.; AEFNER, F.; FARAHANI, N.; XTHONA, A.; ABSAR, S. F.; PARWANI, A.; BUI, M.; HARTMAN, D. J. A Practical Guide to Whole Slide Imaging: A White Paper From the Digital Pathology Association. **Arch Pathol Lab Med.**, v. 143, 2019.

ZUIDERVAART, H. J. The ‘true inventor’ of the telescope. A survey of 400 years of debate. In: Van Helden A et al (eds) **The origins of the telescope**. Amsterdam University Press, Amsterdam, 2010.

## APÊNDICE A



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC**

**FACULDADE DE MEDICINA - DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Eu, **Davide Carlos Joaquim**, RG. nº V874749-K, enfermeiro e doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciências Morfofuncionais (PCMF) da Universidade Federal do Ceará (UFC), juntamente com **Virginia Claudia Carneiro Girão**, orientadora, médica veterinária e docente (professora) da UFC e **Ana Caroline Rocha de Melo Leite**, coorientadora, cirurgiã-dentista e docente (professora) da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), estou realizando uma pesquisa intitulada **“O impacto da origem socioeconômica, dos hábitos de estudo e do acesso à tecnologia dos alunos em sua estratégia e resultados de aprendizagem em histologia durante a pandemia de COVID-19”**, cujo objetivo é investigar o impacto da origem socioeconômica dos alunos, dos hábitos de estudo e do acesso à tecnologia no processo de aprendizagem e nos resultados dos alunos que participam de um curso de histologia durante a pandemia de COVID-19.

Caso você aceite participar dessa pesquisa, peço que responda o questionário abaixo, contendo perguntas sobre os aspectos socioeconômicos, hábitos de estudo e uso de recursos pedagógicos na aprendizagem de Histologia, bem como a sua opinião em relação à elaboração e aplicação de um atlas virtual interativo para o ensino dessa disciplina.

A sua colaboração (ajuda) nessa pesquisa permitirá investigar o impacto da origem socioeconômica dos alunos, dos hábitos de estudo e do acesso à tecnologia no processo de aprendizagem e nos resultados dos alunos que participam de um curso de histologia durante a pandemia de COVID-19. Esses achados poderão ainda orientar os educadores para um ensino de histologia envolvendo as Tecnologias de Informação e Comunicação.

Informo ainda que:

- ✓ Você tem o direito de não participar dessa pesquisa;
- ✓ O seu nome nem qualquer outra informação que possa identificá-lo (a) serão divulgados;
- ✓ Mesmo que você, tendo aceitado participar dessa pesquisa, se por qualquer motivo, durante o seu andamento, resolver desistir, você tem toda a liberdade para retirar a sua participação (sair do estudo);
- ✓ A sua ajuda e participação poderão trazer benefícios (melhorias) para o aprendizado dos estudantes da UFC e UNILAB que cursam a disciplina de histologia, assim como estimular o desenvolvimento, usabilidade e utilidade do atlas em outras disciplinas da área da saúde, contribuindo para uma formação mais qualificada. Para os docentes, a sua participação poderá facilitar o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, com possível repercussão em outras instituições de ensino superior.
- ✓ Essa pesquisa apresenta riscos (perigos) mínimos aos participantes, representados pelo constrangimento social, se considerado o preconceito associado à participação em pesquisas, constrangimento pessoal, por expor informações pessoais, constrangimento intelectual, por exibir as notas obtidas nos simulados e opinião com relação à motivação, estilo, conteúdo, usabilidade e utilidade do atlas, e investimento de tempo



do participante para o estudo. Entretanto, esses possíveis riscos serão minimizados pelo projeto ao garantir a confidencialidade (segredo), privacidade (vida particular) e proteção da imagem dos participantes, além de permitir o acesso às respostas dos questionários apenas pela equipe da pesquisa;

- ✓ Não haverá nenhum gasto para você, já que a pesquisa será feita quando você estiver na UFC ou UNILAB;
- ✓ Você não será recompensado (a) financeiramente pela sua participação na pesquisa (não receberá dinheiro pela sua participação no projeto);
- ✓ A qualquer momento, você poderá ter acesso aos dados (informações) dessa pesquisa;
- ✓ Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para o esclarecimento de dúvidas;
- ✓ Eu, **Davide Carlos Joaquim**, estarei disponível na secretaria do Departamento de Morfologia, localizada na Rua Delmiro de Farias S/N, Bairro Rodolfo Teófilo – CEP: 60430-170 – Fortaleza – Ceará, pelo telefone (85) 3366-8492 e pelo e-mail [davidejoaquim@hotmail.com](mailto:davidejoaquim@hotmail.com). A **Virginia Claudia Carneiro Girão** estará disponível no Departamento de Morfologia, localizada na Rua Delmiro de Farias S/N, Bairro Rodolfo Teófilo – CEP: 60430-170 – Fortaleza – Ceará pelo telefone (85) 3366-8492 e pelo e-mail [virginia.girao@ufc.br](mailto:virginia.girao@ufc.br). A **Ana Caroline Rocha de Melo Leite** estará disponível no Instituto de Ciências da Saúde da Unilab – Campus dos Palmares – Rua José Franco de Oliveira, S/n - Zona Rural, CEP 62790-970 - Redenção – CE, pelo telefone (85) 3332-1414 e pelo e-mail [acarolmelo@unilab.edu.br](mailto:acarolmelo@unilab.edu.br).
- ✓ Os resultados obtidos serão apresentados aos estudantes, professores e pesquisadores, respeitando a sua identidade;
- ✓ Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPESQ, na Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 – Fortaleza – Ceará, fone – (85) 3366-8346 E-mail: [comepe@ufc.br](mailto:comepe@ufc.br).
- ✓ Esse Termo será assinado em 2 vias, permanecendo uma via com você e a outra comigo.

Eu, \_\_\_\_\_, acredito ter sido suficientemente informado (a) a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim sobre o estudo acima. Ficaram claros para mim quais são os propósitos (objetivos) do estudo, os procedimentos (métodos) a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade (sigilo) e de esclarecimentos (explicações) permanentes. Ficou claro também que a minha participação é isenta (livre) de despesas. Concordo em participar voluntariamente desse estudo e que poderei retirar o consentimento (permissão) a qualquer momento, antes ou durante a pesquisa, sem penalidades (punição) ou prejuízo no meu ambiente de estudo.

Redenção, de de .

\_\_\_\_\_  
Assinatura do acadêmico

\_\_\_\_\_  
Davide Carlos Joaquim  
Pesquisador responsável

**APÊNDICE B****CARTA-CONVITE**

Prezado Senhor (a),

Eu, Davide Carlos Joaquim, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Morfofuncionais (PCMF) da Universidade Federal do Ceará – UFC, estou desenvolvendo uma pesquisa intitulada “**Desenvolvimento, validação e avaliação do efeito da aplicação de um atlas virtual para o estudo da Histologia**”, sob a orientação da Prof<sup>a</sup> Dra. Virginia Claudia Carneiro Girão e coorientação da Prof<sup>a</sup> Dra. Ana Caroline Rocha de Melo Leite.

Solicito, por meio desta, a colaboração do (a) senhor (a) como especialista na área da histologia ou tecnologia de informação e comunicação. A participação do (a) senhor (a) envolverá a apreciação e a análise de conteúdo dos componentes construídos para o atlas virtual interativo.

Caso o (a) senhor (a) deseje participar, peço ao senhor (a) que responda este e-mail o mais breve possível. Caso o (a) senhor (a) concorde em participar, enviarei o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, as instruções para o preenchimento do instrumento e o primeiro roteiro desenvolvido.

**Gostaria, se possível, que o (a) senhor (a) indicasse um outro especialista da área para que possa também colaborar com a análise do conteúdo do atlas virtual interativo em elaboração.**

Aguardo a resposta do (a) senhor (a) e, desde já, agradeço o apoio e oportunidade.

Coloco-me à disposição para quaisquer esclarecimentos necessários.

Atenciosamente,

Davide Carlos Joaquim

[davidejoaquim@hotmail.com](mailto:davidejoaquim@hotmail.com)

## APÊNDICE C



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

FACULDADE DE MEDICINA - DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA JUÍZES DE CONTEÚDO E TÉCNICO

Eu, **Daive Carlos Joaquim**, RG. nº V874749-K, enfermeiro e doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciências Morfofuncionais (PCMF) da Universidade Federal do Ceará (UFC), juntamente com **Virginia Claudia Carneiro Girão**, orientadora, médica veterinária e docente da UFC e **Ana Caroline Rocha de Melo Leite**, coorientadora, cirurgiã-dentista e docente da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), estou realizando uma pesquisa intitulada “**Desenvolvimento, validação e avaliação do efeito da aplicação de um atlas virtual para o estudo da Histologia**”. A pesquisa tem como objetivo desenvolver, validar e avaliar o efeito da aplicação de um atlas virtual interativo para o ensino de histologia na graduação.

Venho, por meio deste, convidar o (a) senhor (a) a participar do meu estudo na qualidade de consultor (juiz). Caso o (a) senhor (a) aceite participar como consultor, o (a) senhor (a) receberá uma cópia do roteiro do atlas, um questionário sobre a caracterização do consultor (juiz) e um formulário para avaliação. Caso o (a) senhor (a) seja da área de ciências morfofuncionais, será convidado a analisar o atlas como juiz de conteúdo e técnica/aparência. Caso o (a) senhor (a) seja da área de tecnologia, será convidado a participar como juiz técnico e analisará o atlas nos seguintes aspectos: funcionalidade, usabilidade e eficiência.

Informo ainda que:

- ✓ O (a) senhor (a) tem o direito de não participar dessa pesquisa;
- ✓ O nome nem qualquer outra informação que possa identificar o (a) senhor (a) serão divulgados;
- ✓ Mesmo que o (a) senhor (a), tendo aceitado participar dessa pesquisa, se por qualquer motivo, durante o seu andamento, resolver desistir, o (a) senhor (a) tem toda a liberdade para retirar a participação;
- ✓ A ajuda do (a) senhor (a) e participação poderão trazer benefícios para o aprendizado dos estudantes da UFC e UNILAB que cursam a disciplina de histologia, assim como estimular o desenvolvimento, usabilidade e utilidade do atlas em outras disciplinas da área da saúde, contribuindo para uma formação mais qualificada. Para os docentes, a participação do (a) senhor (a) poderá facilitar o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, com possível repercussão em outras instituições de ensino superior.
- ✓ Essa pesquisa apresenta riscos mínimos aos participantes, representados pelo constrangimento social, se considerado o preconceito associado à participação em pesquisas, constrangimento pessoal, por expor informações pessoais, constrangimento intelectual, por exibir opiniões relacionadas à parte de conteúdo e técnica do atlas e investimento de tempo do participante para o estudo. Entretanto, esses possíveis riscos serão minimizados pelo projeto garantir a confidencialidade, privacidade e proteção da imagem dos participantes, além de permitir o acesso às respostas dos questionários apenas pela equipe da pesquisa;

- ✓ Não haverá nenhum gasto para o (a) senhor (a), já que a validação será feita por e-mail;
- ✓ O (a) senhor (a) não será recompensado (a) financeiramente pela participação na pesquisa;
- ✓ A qualquer momento, o (a) senhor (a) poderá ter acesso aos dados dessa pesquisa;
- ✓ Em qualquer etapa do estudo, o (a) senhor (a) terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para o esclarecimento de dúvidas;
- ✓ Eu, **Davide Carlos Joaquim**, estarei disponível na secretaria do Departamento de Morfologia, localizada na Rua Delmiro de Farias S/N, Bairro Rodolfo Teófilo – CEP: 60430-170 – Fortaleza – Ceará, pelo telefone (85) 3366-8492 e pelo e-mail [davidejoaquim@hotmail.com](mailto:davidejoaquim@hotmail.com). A **Virginia Claudia Carneiro Girão** estará disponível no Departamento de Morfologia, localizada na Rua Delmiro de Farias S/N, Bairro Rodolfo Teófilo – CEP: 60430-170 – Fortaleza – Ceará, pelo telefone (85) 3366-8492 e pelo e-mail [virginia.girao@ufc.br](mailto:virginia.girao@ufc.br). A **Ana Caroline Rocha de Melo Leite** estará disponível no Instituto de Ciências da Saúde da Unilab – Campus dos Palmares – Rua José Franco de Oliveira, S/n - Zona Rural, CEP 62790-970 - Redenção – CE, pelo telefone (85) 3332-1414 e pelo e-mail [acarolmelo@unilab.edu.br](mailto:acarolmelo@unilab.edu.br).
- ✓ O (a) senhor (a) terá o direito de ser mantido (a) atualizado (a) sobre os resultados parciais desse processo de validação;
- ✓ Os resultados obtidos serão apresentados à comunidade acadêmica, respeitando a identidade do (a) senhor (a);
- ✓ Se o (a) senhor (a) tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, por favor, entre em contato com Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPESQ, na Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 – Fortaleza – Ceará, fone – (85) 3366-8346 E-mail: [comepe@ufc.br](mailto:comepe@ufc.br).
- ✓ Esse Termo será assinado em 2 vias, permanecendo uma via com o (a) senhor (a) e a outra comigo.

Eu \_\_\_\_\_, declaro estar de acordo em participar como juiz para validação do instrumento de coleta de dados da pesquisa intitulada: **“Desenvolvimento, validação e avaliação do efeito da aplicação de um atlas virtual para o estudo da Histologia”**, cujo o objetivo é desenvolver, validar e avaliar o efeito da aplicação de um atlas virtual interativo para o ensino de histologia na graduação.

Redenção, de de .

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Juiz

\_\_\_\_\_  
Davide Carlos Joaquim  
Pesquisador responsável

## ANEXO A



UFC

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

FACULDADE DE MEDICINA - DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA

**QUESTIONÁRIO SOBRE RECURSOS PEDAGÓGICOS UTILIZADOS POR  
ESTUDANTES PARA APRENDIZAGEM DA HISTOLOGIA**

<b>SEÇÃO 1: ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS</b>	
1	<b>Iniciais:</b>
2	<b>Sexo biológico:</b> 1 ( ) Masculino                      2 ( ) Feminino
3	<b>Qual é o seu estado civil?</b> 1 ( ) Solteiro              2 ( ) Solteiro com parceria              3 ( ) Casado
4	<b>Data de nascimento</b> ____/____/____.
5	<b>Qual é o seu curso?</b> 1 ( ) Enfermagem              2 ( ) Farmácia              3 ( ) Biologia
7	<b>Qual é o grau de escolaridade de seu pai?</b> 1 ( ) Não alfabetizado              2 ( ) Ensino fundamental              3 ( ) Ensino médio 4 ( ) Ensino superior
8	<b>Qual é a profissão de seu pai?</b> _____.
9	<b>Qual é o grau de escolaridade da sua mãe?</b> 1 ( ) Não alfabetizada              2 ( ) Ensino fundamental              3 ( ) Ensino médio 4 ( ) Ensino superior
10	<b>Qual é a profissão da sua mãe?</b> _____.
11	<b>Qual é a renda da sua família?</b> _____.
<b>SEÇÃO 2: HÁBITOS DE ESTUDO DA DISCIPLINA DE HISTOLOGIA</b>	
Esta seção tem como objetivo avaliar o seu hábito de estudo na disciplina de Histologia.	
1	<b>Número de horas semanais dedicadas ao estudo de histologia utilizando a internet:</b> 0 a 1 1 a 2 2 a 3

	4 a 5 Acima de 5
2	<b>Número de horas semanais dedicadas ao estudo de histologia sem o uso da internet:</b> 0 a 1 1 a 2 2 a 3 4 a 5 Acima de 5
3	<b>Prefere estudar histologia em:</b> Dupla Grupo Sozinho
4	<b>Em geral, quanto do conteúdo abordado de histologia você consegue estudar, após cada aula?</b> Menos da metade Metade Mais da metade Todo
<b>SEÇÃO 3: RECURSOS PEDAGÓGICOS UTILIZADOS NA APRENDIZAGEM DE HISTOLOGIA</b>	
Esta seção tem o intuito de avaliar a sua preferência a respeito de recursos pedagógicos e sua opinião em relação à construção de um atlas virtual interativo para o ensino e aprendizagem de Histologia.	
1	<b>Você já utilizou alguns desses recursos pedagógicos para aprendizagem de Histologia?</b> (pode marcar mais de uma opção). Livro Impresso E-book/Livro Digital Aplicativo Móvel Atlas Virtual/Digital Websites (Sites e blog com imagens histológicas) Youtube PowerPoint Gamificação/Jogos Mapa Mental/Conceitual Redes Sociais (Facebook, Instagram, WhatsApp) Cordel
2	<b>Você possui algum (s) desse (s) dispositivo (s) com acesso à internet? Caso sim, qual (s) já utilizou para aprendizagem de Histologia?</b> (pode ser marcada mais de uma opção). Computador de Mesa Computadores Portáteis (ex: Notebook e Netbook) Smartphones Tablets Smart-TV OTTs (ex: Apple TV) Set-top boxes Media Devices (ex: Blu-Ray) Consoles de Videogames
3	<b>Considerando que as tecnologias digitais de informação e comunicação são recursos que podem produzir mudanças, você concorda que um atlas virtual interativo pode ser ferramenta eficaz para aprendizagem de Histologia?</b>

	Sim Não
4	<b>Qual foi a sua reação ao saber que será construído e validado um atlas virtual interativo para ensino e aprendizagem de Histologia?</b>
5	<b>Você é favorável a elaboração e aplicação desse atlas?</b>
6	<b>Você adotaria um atlas virtual como o proposto para a sua rotina de estudos da disciplina de Histologia?</b> Sim Não

**ANEXO B**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC**

**FACULDADE DE MEDICINA - DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA**

**QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DOS JUÍZES**

JUIZ Nº. \_\_\_\_\_

**1 - IDENTIFICAÇÃO**

Nome: \_\_\_\_\_ DN \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Universidade da graduação: \_\_\_\_\_ Ano: \_\_\_\_\_.

Local de trabalho: \_\_\_\_\_.

Área de atuação: \_\_\_\_\_.

Experiência com a temática (em anos): \_\_\_\_\_.

Participação em algum grupo/projeto de pesquisa: 1. SIM 2. NÃO.

Se sim, qual a temática: \_\_\_\_\_.

**2 – QUALIFICAÇÃO**

Formação: \_\_\_\_\_ Ano: \_\_\_\_\_.

Especialização 1: \_\_\_\_\_ Ano: \_\_\_\_\_.

Especialização 2: \_\_\_\_\_ Ano: \_\_\_\_\_.

Mestrado em: \_\_\_\_\_ Ano: \_\_\_\_\_.

Temática da dissertação: \_\_\_\_\_.

Doutorado em: \_\_\_\_\_ Ano: \_\_\_\_\_.

Temática da tese: \_\_\_\_\_.

Outros: \_\_\_\_\_.

Ocupação atual: \_\_\_\_\_.

**3 – TRAJETÓRIA PROFISSIONAL**

INSTITUIÇÃO	TEMPO DE ATUAÇÃO

**4 - PUBLICAÇÕES**

Trabalhos publicados na temática de vídeo educativo: 1. Sim ( ); 2. Não ( ).  
Quantos? \_\_\_\_\_.



## ANEXO C



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC**

**FACULDADE DE MEDICINA - DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA**

**QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO DO CONTEÚDO POR JUÍZES DA ÁREA DA HISTOLOGIA**

**Instruções:**

Analise cuidadosamente o conteúdo do atlas virtual e, em seguida, classifique-o, de acordo com o valor que mais se adequa, conforme abaixo descrito:

- 1 - Concordo fortemente;**
- 2 - Concordo;**
- 3 - Nem concordo nem discordo;**
- 4 - Discordo;**
- 5 - Discordo fortemente.**

Itens avaliados		1	2	3	4	5
1	O atlas virtual é apropriado para a proposta a que se destina? <b>Sugestões:</b>					
2	O atlas virtual facilita a aprendizagem dos conceitos usados e suas aplicações? <b>Sugestões:</b>					
3	O atlas virtual fornece ajuda de forma completa? <b>Sugestões:</b>					
4	O atlas virtual proporciona ajuda de forma não cansativa? <b>Sugestões:</b>					
5	O conteúdo do atlas virtual corresponde ao conteúdo presente na literatura em histologia? <b>Sugestões:</b>					
6	O atlas virtual é atrativo para estudantes de histologia? <b>Sugestões:</b>					

## ANEXO D



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

FACULDADE DE MEDICINA - DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA

### QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO DO CONTEÚDO POR JUÍZES DA ÁREA DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

**Instruções:**

Analise cuidadosamente a técnica/aparência do atlas virtual e, em seguida, classifique-o, de acordo com o valor que mais se adequa, conforme abaixo descrito:

- 1 - Concordo fortemente;**
- 2 - Concordo;**
- 3 - Nem concordo nem discordo;**
- 4 - Discordo;**
- 5 - Discordo fortemente.**

Itens avaliados		1	2	3	4	5
1	O atlas virtual é de fácil acesso? <b>Sugestões:</b>					
2	A linguagem utilizada no atlas virtual é de fácil compreensão? <b>Sugestões:</b>					
3	Os recursos utilizados no atlas virtual estão feitos corretamente? <b>Sugestões:</b>					
4	Os recursos utilizados no atlas virtual são realizados de forma abrangente? <b>Sugestões:</b>					
5	A interface do atlas é atraente? <b>Sugestões:</b>					
6	O atlas virtual é de fácil manuseio? <b>Sugestões:</b>					
7	O atlas virtual proporciona ajuda de forma não cansativa? <b>Sugestões:</b>					
	<b>Usabilidade</b>					
	Fácil de entender as orientações de navegação, página a página, seção a seção, ou de um link para o outro, sem ficar perdido ou confuso.					

	O ambiente permite navegar pelo conteúdo de forma adequada					
	O ambiente virtual de aprendizagem (AVA) fornece ajuda de forma clara					

## ANEXO E

UFC - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ /



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** DESENVOLVIMENTO, VALIDAÇÃO E AVALIAÇÃO DO EFEITO DA APLICAÇÃO DE UM ATLAS VIRTUAL PARA O ENSINO DA HISTOLOGIA

**Pesquisador:** Davide Carlos Joaquim

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 40716820.3.1001.5054

**Instituição Proponente:** DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 4.566.045

**Apresentação do Projeto:**

Diversas instituições têm buscado as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para aprimorar o ensino da histologia, utilizando recursos, como o atlas virtual, e possibilitando um maior tempo de contato dos estudantes com o conteúdo teórico-prático. Assim, essa pesquisa objetiva desenvolver, validar e avaliar o efeito da aplicação de um atlas virtual interativo para o ensino da histologia na graduação. Para tanto, será feita

revisão de literatura do conteúdo a ser incluído no atlas, seguida de seleção das lâminas dos tecidos e registro fotográfico, utilizando microscópio óptico. Após a organização do conteúdo e imagens que serão usadas para a elaboração do atlas, será realizado o processo de ideação, com o auxílio de profissional de informática. Logo após, será feita a seleção dos juízes e envio a eles do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), link para acesso ao atlas, questionário de caracterização de juízes e formulários de avaliação. Para o estudo experimental, será aplicado o TCLE aos estudantes que estiverem cursando a disciplina de histologia na Universidade Federal do Ceará (UFC) e Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), bem como os seus monitores. Para os estudantes que não terão acesso ao atlas virtual, as aulas de revisão do conteúdo prático serão conduzidas normalmente pelos monitores, enquanto que, para os que terão acesso, o atlas será explorado nessas aulas. Os estudantes serão submetidos às simulações das avaliações práticas, as quais resultarão em notas. Para os acadêmicos que terão acesso ao atlas, será aplicado dois questionários no final do semestre.

**Endereço:** Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

**Bairro:** Rodolfo Teófilo

**CEP:** 60.430-275

**UF:** CE

**Município:** FORTALEZA

**Telefone:** (85)3366-8344

**E-mail:** compe@ufc.br

UFC - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ /



Continuação do Parecer: 4.566/045

**Objetivo da Pesquisa:**

-Desenvolver, validar e avaliar o efeito da aplicação de um atlas virtual interativo para o ensino da histologia na graduação.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Constrangimento social, se considerado o preconceito associado à participação em pesquisas, constrangimento pessoal, por expor informações pessoais, constrangimento intelectual, por exibir opiniões relacionadas à parte de conteúdo e técnica do atlas e investimento de tempo do participante para o estudo. Acadêmicos - constrangimento social, se considerado o preconceito associado à participação em pesquisas, constrangimento pessoal, por expor informações pessoais, constrangimento intelectual, por exibir as notas obtidas nos simulados, e investimento de tempo do participante para o estudo. Monitores - constrangimento social, se considerado o preconceito associado à participação em pesquisas, constrangimento intelectual, por exibir a opinião com relação às facilidades e dificuldades na condução da monitoria, na presença ou ausência do atlas, sugestões de melhorias no conteúdo e características técnicas do atlas e contribuição do atlas na formação acadêmica e profissional, e investimento de tempo do participante para o estudo.

**Benefícios:**

Benefícios para o aprendizado dos estudantes da UFC e UNILAB que cursam a disciplina de histologia, assim como estimular o desenvolvimento, usabilidade e utilidade do atlas em outras disciplinas da área da saúde, contribuindo para uma formação mais qualificada. Para os docentes, a sua participação poderá facilitar o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, com possível repercussão em outras instituições de ensino superior.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto em questão possui uma escrita razoável e bom entendimento. Está incluído desenho do estudo, introdução, revisão, objetivos, metodologia, cronograma de atividades, orçamento e outros. A documentação exigida pela RESOLUÇÃO 466/2012/CNS/MS que regulamenta os estudos aplicados aos seres humanos está incluída.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos de apresentação do trabalho estão coerentes com o tema abordado e o rigor da

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Rodolfo Teófilo

UF: CE

Telefone: (85)3366-8344

Município: FORTALEZA

CEP: 60.430-275

E-mail: comape@ufc.br

UFC - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ /



Continuação do Parecer: 4.586/045

ética em pesquisa.

**Recomendações:**

Aprovado.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Aprovado.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Enviar o relatório final ao concluir a pesquisa.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1643334.pdf	09/10/2020 07:31:50		Aceito
Folha de Rosto	Nova_folha_de_rosto_enviar.pdf	09/10/2020 07:30:54	Ana Caroline Rocha de Melo Leite	Aceito
Outros	Ana_Caroline_Rocha_de_Melo_Leite.pdf	09/10/2020 15:45:59	Davide Carlos Joaquim	Aceito
Outros	Virginia_Claudia_Cameiro_Girao.pdf	09/10/2020 15:45:23	Davide Carlos Joaquim	Aceito
Outros	Davide_Carlos_Joaquim.pdf	09/10/2020 15:43:58	Davide Carlos Joaquim	Aceito
Outros	Roteiro_entrevista_monitores.pdf	09/10/2020 15:42:41	Davide Carlos Joaquim	Aceito
Outros	Escala_SUS.pdf	09/10/2020 15:41:57	Davide Carlos Joaquim	Aceito
Outros	Questionario_avaliacao_atlas_virtual_a_cademicos.pdf	09/10/2020 15:41:08	Davide Carlos Joaquim	Aceito
Outros	Questionario_aspectos_sociodemograficos_relacionados_Histologia.pdf	09/10/2020 15:40:12	Davide Carlos Joaquim	Aceito
Outros	Questionario_avalidacao_juizes_computacao.pdf	09/10/2020 15:39:12	Davide Carlos Joaquim	Aceito
Outros	Questionario_validacao_juizes_Histologia.pdf	09/10/2020 15:38:09	Davide Carlos Joaquim	Aceito
Outros	Questionario_caracterizacao_juizes.pdf	09/10/2020 15:30:41	Davide Carlos Joaquim	Aceito
Outros	Carta_convite.pdf	09/10/2020 15:29:37	Davide Carlos Joaquim	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	09/10/2020 15:28:27	Davide Carlos Joaquim	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	09/10/2020 15:28:03	Davide Carlos Joaquim	Aceito

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Rodolfo Teófilo

CEP: 60.430-275

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3366-8344

E-mail: comeps@ufc.br

Continuação do Parecer: 4.566.045

Outros	Declaracao_de_Proprietade_da_Informacao.pdf	05/10/2020 15:27:31	Davide Carlos Joaquim	Aceito
Outros	Lista_da_equipe_participante.pdf	05/10/2020 15:25:27	Davide Carlos Joaquim	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorizacao_do_local_UFC_assinada.pdf	05/10/2020 15:23:45	Davide Carlos Joaquim	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorizacao_do_local_UNILAB_assinada.pdf	05/10/2020 15:23:31	Davide Carlos Joaquim	Aceito
Declaração de concordância	Declaracao_de_Concordancia.pdf	05/10/2020 15:22:27	Davide Carlos Joaquim	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_monitores.pdf	05/10/2020 15:21:58	Davide Carlos Joaquim	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_academicos_acesso_atlas_virtual.pdf	05/10/2020 15:21:29	Davide Carlos Joaquim	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_academicos_sem_acesso_atlas_virtual.pdf	05/10/2020 15:21:05	Davide Carlos Joaquim	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_juizes.pdf	05/10/2020 15:20:23	Davide Carlos Joaquim	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Doutorado_Olhar_submeter.pdf	05/10/2020 15:19:28	Davide Carlos Joaquim	Aceito
Outros	Carta_de_Submissao_ao_CEP.pdf	05/10/2020 15:18:51	Davide Carlos Joaquim	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Rodolfo Teófilo

CEP: 60.430-275

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3366-8344

E-mail: conep@ufc.br

UFC - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ /



Continuação do Parecer: 4.586.045

FORTALEZA, 01 de Março de 2021

---

**Assinado por:**  
**FERNANDO ANTONIO FROTA BEZERRA**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

**Bairro:** Rodolfo Teófilo

**CEP:** 60.430-275

**UF:** CE

**Município:** FORTALEZA

**Telefone:** (85)3366-6344

**E-mail:** corape@ufc.br