

Avaliação da Microscopia Virtual como ferramenta do ensino da histopatologia por estudantes da graduação saúde

Evaluation of Virtual Microscopy as a tool for teaching histopathology to undergraduate health students

Evaluación de la Microscopía Virtual como herramienta para la enseñanza de la histopatología a estudiantes de pregrado de salud

Recebido: 25/11/2022 | Revisado: 20/12/2022 | Aceitado: 04/05/2023 | Publicado: 08/05/2023

Luiz Carlos Machado da Fonseca

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6628-1066>
Universidade do Estado do Amazonas, Brasil
E-mail: luizcarlos.machado.2606@gmail.com

Pietra Bezerra Prestes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1347-0047>
Universidade do Estado do Amazonas, Brasil
E-mail: prestesp Pietra@gmail.com

Maria Clara Carvalho Borba

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7845-4211>
Universidade do Estado do Amazonas, Brasil
E-mail: borbamariaclara8@gmail.com

Sabrina Elora de Almeida Corrêa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5860-4104>
Universidade do Estado do Amazonas, Brasil
E-mail: elorasabrina@gmail.com

Michella Lima Lasmar

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6192-4552>
Universidade do Estado do Amazonas, Brasil
E-mail: mblima@uea.edu.br

Resumo

A popularização da internet possibilitou às novas tecnologias um papel mais significativo na educação. Nesse contexto, o estudo da histopatologia está inserido nesse processo através da criação de algumas ferramentas como a Microscopia Virtual (MV). A MV consiste na utilização de lâminas histopatológicas digitalizadas a partir de amostras em lâminas de vidro. O objetivo geral do estudo foi avaliar a percepção dos alunos de medicina e odontologia de uma instituição pública de ensino em relação à utilização da MV no ensino da histopatologia. Trata-se de um estudo de corte transversal de análise descritiva prospectiva quanti-qualitativa. Os estudantes foram convidados a participar da pesquisa e após concordarem com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, responderam um questionário eletrônico, em escala Likert, com perguntas relacionadas à experiência prévia em outras disciplinas com uso do microscópio de luz e sobre o uso atual da Microscopia Virtual (MV), respectivamente. Baseando-se nos dados obtidos e em concordância com outros estudos, constatou-se preferência pela MV, com médias significativamente maiores em quase todos os itens. Em síntese, observa-se que a MV é uma ferramenta viável de ensino da histopatologia e pode se apresentar com caráter substituto ou complementar em relação ao método tradicional.

Palavras-chave: Microscopia; Patologia; Informática médica; Tecnologia educacional; Ensino.

Abstract

The popularization of the internet has enabled new technologies to play a more significant role in education. In this context, the study of histopathology is inserted in this process through the creation of some tools such as Virtual Microscopy (VM). The VM consists in the use of digitized histopathological slides from samples on glass slides. The overall objective of the study was to evaluate the perception of medical and dental students of a public educational institution regarding the use of MV in teaching histopathology. This is a cross-sectional study of prospective descriptive quanti-qualitative analysis. Students were invited to participate in the study and after agreeing to the Informed Consent Form, they answered an electronic questionnaire, on a Likert scale, with questions related to previous experience in other disciplines with the use of light microscopy and on the current use of Virtual Microscopy (VM), respectively. Based on the data obtained and in agreement with other studies, a preference for VM was found, with significantly higher means in almost all items. In summary, it is observed that MV is a viable tool for teaching

histopathology and can be presented as a substitute or complement to the traditional method.

Keywords: Microscopy; Pathology; Medical informatics; Educational technology; Teaching.

Resumen

La popularización de Internet ha permitido que las nuevas tecnologías desempeñen un papel más importante en la educación. En este contexto, el estudio de la histopatología se inserta en este proceso mediante la creación de algunas herramientas como la Microscopía Virtual (MV). La MV consiste en el uso de portaobjetos histopatológicos digitalizados a partir de muestras en portaobjetos de vidrio. El objetivo general del estudio fue evaluar la percepción de los estudiantes de medicina y odontología de una institución educativa pública con respecto al uso de la VM en la enseñanza de la histopatología. Se trata de un estudio transversal de análisis cuanti-cualitativo prospectivo descriptivo. Se invitó a los estudiantes a participar en la investigación y, tras acordar con el Término de Consentimiento Libre y Esclarecido, respondieron a un cuestionario electrónico, en escala Likert, con preguntas relacionadas con la experiencia previa en otras disciplinas con el uso del microscopio de luz y sobre el uso actual de la Microscopía Virtual (MV), respectivamente. A partir de los datos obtenidos y en concordancia con otros estudios, se encontró una preferencia por la MV, con medias significativamente más altas en casi todos los ítems. En resumen, se observa que la VM es una herramienta viable para la enseñanza de la histopatología y puede presentarse como sustituto o complemento del método tradicional

Palabras clave: Microscopía; Patología; Informática médica; Tecnología educativa; Enseñanza.

1. Introdução

O avanço tecnológico e a popularização da internet contribuíram para que as novas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) estejam cada vez mais presentes nas instituições de ensino (Lopes et al, 2013; Oliveira, 2015). A aplicação de tecnologias educacionais tem contribuído para melhorar o processo de aprendizado tornando-o mais dinâmico e atrativo para despertar o interesse do aluno. O termo Tecnologia Digital de Informação e Comunicação se refere a todo meio técnico usado para interceder nos procedimentos intercomunicativos e de informação (Oliveira, 2015). Tais ferramentas contribuem para o acesso mais universal e equitativo à educação, capacitando os estudantes para reconhecer e empregar da melhor forma as tecnologias que estão à sua volta. No Brasil, observa-se a necessidade de aperfeiçoar a competência profissional dos professores em empregar novas ferramentas metodológicas no processo de ensino (UNESCO, 2016).

Nos últimos anos, ocorreu o crescimento e a disseminação do uso de recursos digitais no ensino superior. Nesse processo, o estudo da Patologia também seguiu a linha da informatização, modernizando as metodologias utilizadas nas salas de aula e laboratórios (Santa-Rosa & Struchiner, 2011; Alotaibi & Alqahtani, 2016). Tradicionalmente lâminas de vidro e microscópios de luz constituem a maneira mais comum e clássica de se estudar a histopatologia. Porém, o Método Tradicional (MT) requer mais tempo e recursos, além de mais amostras para viabilizar a observação de todas as estruturas e características de interesse. A partir disso, outros métodos de análise de amostras microscópica, como a Microscopia Virtual (MV), foram criados a fim de facilitar e melhorar o aprendizado (Alotaibi & Alqahtani, 2016; Lemos, 2014).

A Microscopia Virtual consiste em um método para digitalizar amostras de tecidos em lâminas de vidro e utilizar um software para visualizar, navegar, alterar a ampliação, focar e delimitar áreas de interesse (Higgins, 2015; Hamilton et al, 2012; Paulsen et al, 2010; Dominick et al, 2018). Os sistemas de microscópio virtual, também chamados de patologia digital ou sistemas de imagens de lâminas inteiras, geralmente são baseados em uma das duas metodologias: varredura de área ou varredura em linha. As imagens das lâminas digitais são dispostas em camadas com várias resoluções em cada local, incluindo a resolução mais alta necessária para permitir uma revisão mais detalhada de regiões específicas de interesse (Higgins, 2015).

A microscopia digital começa quando uma coleção de slides é colocada em um sistema de digitalização automatizado ou manual (Lee et al, 2018). Os slides originais são arquivados e, em seguida, um servidor permite que os usuários revisem imagens digitais multicamadas dos slides capturados por uma rede fechada ou pela Internet. Os sistemas virtuais de microscópio são amplamente utilizados e são confiáveis para fornecer soluções de alta qualidade para tele consulta, educação, controle de qualidade, arquivamento, medicina veterinária, pesquisa e outros campo (Higgins, 2015; de Moraes Brandão et al,

2021).

A Microscopia Virtual se exhibe como uma ferramenta inovadora no estudo da histopatologia, capaz de facilitar e beneficiar a pesquisa e o ensino em disciplinas que demandam da observação de estruturas microscópicas (Lopes et al, 2013; Santa-rosa & Struchiner, 2011; Alotaibi & Alqahtani, 2016). A utilização de lâminas histopatológicas digitalizadas possibilita a análise de cortes histopatológicos sem a necessidade de estar presente em um laboratório ou de um microscópio. Além disso, a patologia digital oferece uma variedade maior de amostras de forma simples e funcional (Lopes et al, 2013; Santa-Rosa & Struchiner, 2011).

Nos últimos 20 anos, a microscopia virtual tornou-se o método predominante de ensino da organização estrutural de células, tecidos e órgãos em países desenvolvidos. Embora os arquivos de imagem de microscopia virtual possam ser facilmente duplicados, criá-los requer não apenas lâminas de vidro histológicas de qualidade, mas também um scanner de lâminas de alto custo e dispositivos de armazenamento de dados em massa. Esses recursos não estão disponíveis para todos os educadores e pesquisadores, especialmente em instituições nos países em desenvolvimento (Lee et al, 2018). Apesar disso, o custo da compra e da manutenção de microscópios de luz associado à produção, substituição e o acondicionamento de amostras tem a tendência de ultrapassar os custos tidos com a produção e compartilhamento de lâminas digital (Hamilton et al, 2012).

A Microscopia Virtual ganhou espaço nas universidades e tem se mostrado como uma ferramenta viável para o ensino. A popularização desse método tem ocorrido principalmente devido aos avanços tecnológicos que permitiram a criação de lâminas digitais com qualidade superior quando comparada as imagens de atlas e livro-texto (Triola & Holloway, 2011). Gradativamente, os métodos de produção têm sido aprimorados gerando imagens de altíssima qualidade quem matem os padrões qualidade e a fidedignidade às amostras contidas em lâminas de vidro, servindo tanto para o ensino quanto para o diagnóstico (Faria et al, 2011; Lehmann et al, 1999; Al-janabi et al, 2012).

A compreensão sobre a utilização da Microscopia Virtual como ferramenta de ensino na área da saúde ainda é um tema pouco debatido no Brasil. Dessa forma, há um interesse em compreender qual a avaliação dos estudantes em relação à utilização dessa metodologia. O objetivo geral da pesquisa foi analisar as opiniões dos estudantes dos cursos de medicina e odontologia em relação à utilização de lâminas histopatológicas virtuais em comparação com o método tradicional.

2. Metodologia

Trata-se de um estudo de corte transversal de análise descritiva prospectiva de abordagem quanti-qualitativa sobre a percepção dos estudantes da disciplina de Patologia Geral do uso da Microscopia Virtual nas aulas laboratoriais práticas. O estudo foi realizado no Laboratório de Informática da Escola Superior de Ciências da Saúde da Universidade do Estado do Amazonas (ESA-UEA) no período de agosto de 2019 a julho de 2020. A pesquisa foi submetida na Plataforma Brasil e endereçada ao Conselho de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado do Amazonas em maio de 2019 e aprovada em julho do mesmo ano com o parecer 3.456.265/2019.

Participaram do estudo 44 estudantes dos cursos de odontologia e medicina matriculados na disciplina de Patologia Geral. O valor amostral foi obtido a partir do cálculo baseado no total de discentes matriculados na disciplina de Patologia Geral da ESA-UEA, 115 estudantes, dados oficiais informados pela Secretaria Acadêmica da Instituição, com 10% de erro amostral e 90% de nível de confiança. Os critérios de inclusão foram: idade (maiores de 18 anos), ambos os sexos que concordaram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Foram excluídos da pesquisa voluntários que por qualquer razão desistirem de participar da pesquisa em qualquer momento da execução da mesma ou que deixarem de responder a qualquer uma das etapas de avaliação (Alotaibi & ALQahtani, 2016).

Os dados foram coletados por meio de questionário elaborado pela equipe do projeto. Após a aula prática presencial com as explanações da professora, os alunos puderam explorar as lâminas digitalizadas através dos computadores do laboratório, em modo off-line, ou através de dispositivos móveis conectados à internet, haja vista as mesmas lâminas são disponibilizadas em ambiente virtual de aprendizagem do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP) cedidas para uso dos alunos da ESA-UEA, de forma online. Os estudantes foram convidados a participar da pesquisa e após concordarem com o TCLE, responderam o questionário de forma eletrônico, em escala Likert, com perguntas relacionadas à experiência prévia em outras disciplinas sobre uso do Método tradicional (MT) e sobre o uso atual da Microscopia Virtual (MV). O questionário foi organizado em bloco A para MT e bloco B para MV (Tabela 1), e um último bloco onde o voluntário deveria destacar o método de sua preferência. Os voluntários puderam descrever suas experiências e opiniões em áreas específicas do formulário conforme a metodologia apresentada no trabalho de Alotaibi e ALQahtani, 2016.

Tabela 1 - Tabela com segmento A e B do questionário de opinião.

Questão	BLOCO A (Método tradicional/ Microscópio de luz)	BLOCO B (Microscopia virtual)
1ª	Eu prefiro o microscópio de luz ao microscopia virtual.	Eu prefiro a microscopia virtual ao microscópio de luz.
2ª	Possuo habilidade para utilizar o microscópio de luz.	Possuo habilidade para utilizar a microscopia virtual.
3ª	Usando a microscopia de luz eu posso administrar o meu tempo de forma mais produtiva.	Usando a microscopia virtual eu posso administrar o meu tempo de forma mais produtiva.
4ª	Consigo utilizar o microscópio de luz fora do horário de aula programado, como em intervalos entre aulas.	Consigo utilizar a microscopia virtual fora do horário de aula programado, como em intervalos entre aulas.
5ª	A microscopia de luz permite com que eu interaja mais com o professor e com os outros estudantes.	A microscopia virtual permite com que eu interaja mais com o professor e com os outros estudantes.
6ª	Através da microscopia de luz eu consigo olhar com clareza e identificar as estruturas presentes na amostra.	Através da microscopia virtual consigo olhar com clareza e identificar as estruturas presentes na amostra.
7ª	Na microscopia de luz, a disponibilidade dos meios de visualização da amostra contempla a todos os alunos.	Na microscopia virtual, a disponibilidade dos meios de visualização da amostra contempla a todos os alunos.

Fonte: Autoria própria.

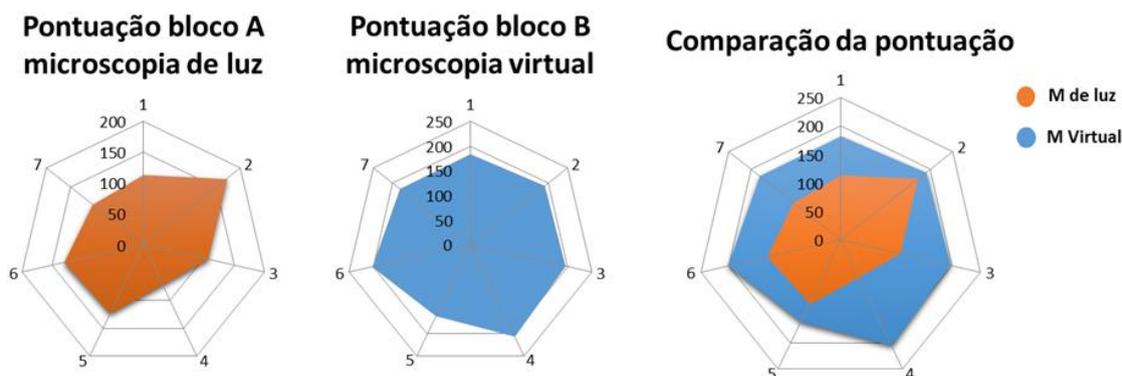
A confiabilidade do questionário de opinião foi avaliada meio do coeficiente de confiabilidade α de Cronbach e apresentou consistência substancial (0,65) para o Bloco A referente ao microscópio de luz e uma consistência alta (0,8) para o Bloco B referente à Microscopia Virtual. A pontuação total de cada questão foi calculada por meio da somatória dos scores obtidos com base nas alternativas escolhidas para cada assertiva. A alternativa “concordo plenamente” possui a pontuação 5; concordo em partes pontuação 4; sem opinião pontuação 3; discordo parcialmente pontuação 2 e discordo completamente pontuação 1. Após a aplicação do questionário, todas as assertivas foram agrupadas e tiveram seus scores somados. Teste t bicaudal pareado foi aplicado para verificar se houve uma diferença estatisticamente significativa entre as médias das questões correspondentes de cada bloco (Alotaibi & ALQahtani, 2016).

3. Resultados e Discussão

Em um panorama geral foi observado que o segmento referente à MV apresentou pontuações maiores em comparação

com o segmento da MT. A somatória dos scores foi maior para microscopia virtual em todos os itens. As assertivas que tratavam da produtividade e administração do tempo, possibilidade de utilização fora dos horários de aula programados e capacidade de visualizar com clareza as amostras foram os itens que mais se destacaram no segmento B em comparação com o bloco A (Figura 1).

Figura 1 - Gráfico das pontuações dos segmentos A e B e comparação da pontuação dos dois métodos.



Fonte: Autoria própria.

A comparação estatística das médias das questões correspondentes do segmento A e B revelou que a diferença entre as médias das pontuações da maioria das questões são estatisticamente significativas. A única exceção foi na comparação dos itens 2 (dois) dos segmentos A e B que afirmavam “posso habilidade para utilizar o microscópio de luz/ microscopia virtual”, onde diferença entre as médias não foi considerada estatisticamente significativa (Tabela 2).

Tabela 2 - Tabela com análise estatística dos segmentos A e B.

	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
MT	N= 44 M=2,5909 DP=1,4194	N= 44 M=3,9318 DP=1,2831	N= 44 M=2,4318 DP=1,4370	N= 44 M=1,6364 DP=1,1016	N= 44 M=2,8182 DP=1,4022	N= 44 M=2,9773 DP=1,3380	N= 44 M=2,3864 DP=1,4178
MV	N = 44 M =4,1591 DP=1,0103	N= 44 M=4,3409 DP=0,9870	N= 44 M=4,4545 DP=0,9010	N= 44 M=4,6818 DP=0,8832	N= 44 M=3,6364 DP=1,2025	N= 44 M=4,5909 DP=0,6583	N= 44 M=4,1136 DP=1,2615
T	5,9705	1,6763	7,9105	14,3072	2,9380	7,1780	6,0374
Valor P	P< 0,01	P≥ 0,01	P< 0,01				

Fonte: Autoria própria.

Nem todos os estudantes ofereceram respostas escritas na justificativa de cada assertiva dos segmentos A e B, porém, a maioria das respostas apoiava a MV. Entre os comentários mais comuns estavam às declarações quanto à facilidade de uso e possibilidade de utilizar o microscópio virtual fora dos horários de aula. Outros comentários falavam da qualidade de observação das amostras e o conforto visual que era maior na observação das lâmina digitalizadas.

No último segmento do questionário onde consta uma pergunta objetiva referente ao método de preferência dos alunos, 45,5% dos estudantes afirmaram que preferem ambos os métodos; 43,3% têm preferência pela microscopia virtual e 11,4% prefere o método tradicional. Na justificativa da resposta, muitos estudantes apontaram a facilidade de acesso, praticidade e qualidade de observação das amostras na microscopia virtual para argumentar as suas escolhas. Muitos

comentários revelaram que apesar dos benefícios da MV, manusear o microscópio de luz torna o aprendizado mais interessante e por isso escolheram ambos os métodos.

De acordo com o estudo Alotaibi e Alqahtani (2016), a microscopia virtual é o substituto preferido para o microscópio de luz no ensino da histopatologia de acordo com a avaliação dos estudantes. A patologia digital vem se tornando cada vez mais popular em centros de ensino de países desenvolvidos e a tendência é que ela se torne o método mais comum de ensino nos próximos anos. Segundo Hamilton et al (2012) a incorporação de lâminas digitais em ambientes de aprendizagem favorece a construção de um modelo forte de treinamento e possibilita a aquisição de habilidades. Para Brierley et al (2017) a otimização do tempo foi outro quesito muito bem avaliado pelos alunos, avaliação positiva deve-se a praticidade e facilidade de utilização da ferramenta.

A possibilidade de utilização da Microscopia Virtual fora dos horários de aula programados é uma característica que confere grande vantagem á essa ferramenta em comparação com Microscopia de Luz. Segundo Santa-rosa e Struchiner (2011) a microscopia virtual tem a capacidade de atender de forma rápida e prática as necessidades dos estudantes, oferecendo-lhes a possibilidade de consultar lâminas digitalizadas independentemente de horários e oferece a oportunidade de revisitar alguns conteúdos mesmo estando em disciplinas mais avançadas (Lopes et al, 2013; Santa-Rosa & Struchiner, 2011; Faria et al, 2011; Bertram et al., 2018).

A presença de uma ferramenta informatizada pode estimular os alunos ainda mais na obtenção de conhecimento. De acordo com o estudo de Faria et al (2011), a presença de uma metodologia que possa ser integrada no cotidiano dos alunos estimula o aprendizado e torna o conteúdo mais palatável. A incorporação da microscopia virtual na graduação permite o acesso a um número maior de amostras de forma mais igualitária (Santa-Rosa & Struchiner, 2011; Alotaibi & Alqahtani, 2016; Lehmann et al, 1999). Além disso, a microscopia virtual contribui para a criação de ambientes mais interativos, que simplifique a observação e a discussão das amostras em grupo tornando o estudante o sujeito ativo no processo de aprendizado (Lehmann et al, 1999; Montanari, 2016).

Gradativamente a microscopia virtual está sendo aprimorada para oferecer imagens de altíssima qualidade para o ensino, pesquisa e diagnóstico de doenças. Segundo o estudo de Al-Janabi et al (2012) onde foram utilizadas 100 amostras diagnosticadas pela ML que foram digitalizadas e submetidas a uma nova análise pela MV, as lâminas digitalizadas conseguem reproduzir de forma fidedigna amostras contidas em lâminas de vidro. Portanto, o diagnóstico histopatológico primário de biópsias de pele pode ser feito por microscopia virtual.

Segundo Lopes et al (2013) a microscopia virtual é subutilizada nas instituições de ensino pelo Brasil e que esse fato merece atenção dos educadores. Para Higgins (2015) a patologia digital está em processo de estruturação e as ferramentas disponíveis no momento, mesmo com poucos parâmetros frente as suas diversas aplicabilidades, podem mudar a formação dos profissionais da saúde e contribuir de forma significativa para o compartilhamento e arquivamento de informações, pesquisas clínicas e o ensino a distância.

Segundo dos Santos Silva et al (2022) a utilização das tecnologias educacionais é bem recebida pelos estudantes e quando bem aplicadas tem benefícios perceptíveis no desempenho acadêmico potencializando o aprendizado. Para da Silva et al (2020) o uso da microscopia virtual colabora para o melhor aproveitamento dos acadêmicos em relação ao estudo da histologia e por essa razão deve-se incentivar a criação de plataformas virtuais de aprendizado.

4. Conclusão

A partir dos resultados obtidos no decorrer da pesquisa e da análise da literatura sobre o assunto, é possível inferir que a Microscopia Virtual é uma ferramenta viável de ensino da histopatologia e pode ser uma substituta para o método tradicional ou atuar de forma complementar. Essa ferramenta ajuda a suprir a necessidade de tecnologias educacionais que apoiam o

ensino não presencial e contribui para o compartilhamento de conhecimento entre universidades e centros de pesquisa. Para ajudar a entender melhor o impacto que a microscopia virtual pode ter no ensino, são necessários novos estudos que analisem o aspecto cognitivo do uso dessa ferramenta.

Referências

- Al-Janabi, S., Huisman, A., Vink, A., Leguit, R. J., Offerhaus, G. J. A., Ten Kate, F. J., & Van Diest, P. J. (2012). Imagens de slides inteiros para diagnósticos primários em dermatopatologia: um estudo de viabilidade. *Journal of Clinical Pathology*, 65 (2), 152-158.
- Alotaibi, O., & ALQahtani, D. (2016). Medindo a preferência dos estudantes de odontologia: uma comparação entre a microscopia de luz e a microscopia virtual como ferramentas de ensino em histologia e patologia oral. *The Saudi dental journal*, 28 (4), 169-173.
- Bertram, C. A., Firsching, T., & Klopffleisch, R. (2018). Virtual microscopy in histopathology training: Changing student attitudes in 3 successive academic years. *Journal of veterinary medical education*, 45(2), 241-249.
- Brierley, D. J., Speight, P. M., Hunter, K. D. & Farthing, P. (2017). Usando microscopia virtual para oferecer um curso integrado de patologia oral para estudantes de graduação em odontologia. *British dental journal*, 223 (2), 115-120.
- Dominick, K., McDaniel, D., Tilton, E., Flory, K., & Kondrashov, P. (2018). Introdução de um Exercício de Laboratório de Histopatologia Gastrointestinal Combinada em um Currículo de Graduação em Medicina. *Missouri Medicine*, 115 (1), 50.
- Faria, J. C. N. D. M., Antunes, A. M., Oliveira, M. L. D., Vigário, A. F., & Sabóia-Morais, S. M. T. D. (2011). O ensino de biologia Celular e Tecidual na educação a distância por meio do microscópio virtual. *Experiências em Ensino de Ciências*, 6 (3), 63-75
- Hamilton, P. W., Wang, Y., & McCullough, S. J. (2012). Microscopia virtual e patologia digital em treinamento e educação. *Apmis*, 120 (4), 305-315.
- Higgins, C. (2015). Aplicações e desafios da patologia digital e imagens de lâmina inteira. *Biotechnic & Histochemistry*, 90 (5), 341-347.
- Lee, L. M., Goldman, H. M. & Hortsch, M. (2018). O banco de dados de microscopia virtual—compartilhando imagens de microscópio digital para pesquisa e educação. *Educação em ciências anatômicas*, 11 (5), 510-515.
- Lehmann, H. P., Freedman, J. A., Massad, J., & Dintzis, R. Z. (1999). Um estudo etnográfico controlado do uso de um atlas histológico baseado em computador durante um curso de laboratório. *Jornal da Associação Americana de Informática Médica*, 6 (1), 38-52.
- Lemos, H. D. (2014). Microscópio Virtual Aplicado à Educação a Distância. *Revista Cereus*, 6(2), 91-a.
- Lopes, R. T., Pereira, A. C., & Silva, M. A. D. D. (2013). O uso das TIC no ensino da morfologia nos cursos de saúde do Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 37, 359-364.
- Montanari, T. (2016). Recursos virtuais para o ensino presencial e remoto de Histologia. *Renote*, 14(2).
- Moraes Brandão, W. F. de, de Medeiros, A. S., & Vieira, G. C. (2021, August). O Uso de Microscópios Virtuais no Ensino de Histologia Humana durante a Pandemia de COVID-19. In *Anais do VI Congresso sobre Tecnologias na Educação* (pp. 178-185). SBC.
- Oliveira, C. de (2015). TIC'S na educação: a utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. *Pedagogia em ação*, 7(1).
- Paulsen, F. P., Eichhorn, M., & Bräuer, L. (2010). Microscopia virtual—O futuro do ensino de histologia no currículo médico?. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 192 (6), 378-382.
- Santa-Rosa, J. G., & Struchiner, M. (2011). Tecnologia educacional no contexto do ensino de histologia: pesquisa e desenvolvimento de um ambiente virtual de ensino e aprendizagem. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 35, 289-298.
- Santos Silva, F. dos, Nunes, B. L., & de Souza Ramos, A. P. (2022). Impact of Information and Communication Technologies on histology teaching: an integrative literature review. *Research, Society and Development*, 11(4), e17711427271-e17711427271.
- Silva, Q. P. da, Abreu Lacerda, M. G. de, Oliveira, A. A. de, Renôr, R. R. C., Morais Bezerra, R. R., de Lima, J. F. S., & de Brito Monteiro, B. V. (2020). Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no auxílio do ensino-aprendizagem da Histologia—Revisão de literatura. *Research, Society And Development*, 9 (7), e995975259-e995975259.
- Triola, M. M., & Holloway, W. J. (2011). Microscopia virtual aprimorada para educação colaborativa. *BMC educação médica*, 11 (1), 1-7.
- UNESCO (2016). TIC na educação do Brasil <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/communication-and-information/digital-transformation-and-innovation/ict-in-education>.