

O USO DO MICROSCÓPIO DIGITAL ACOPLADO AO COMPUTADOR E AO CELULAR: POTENCIALIDADES PARA O ENSINO DE BIOLOGIA

Lídia Beatriz Cardoso Carlos¹
Patrícia Andressa de Almeida Buranello²
Luis Gustavo da Conceição Galego³
Fernando Lourenço Pereira⁴

RESUMO

A microscopia alternativa pode constituir uma ferramenta inovadora para estudar biologia na educação básica. Assim, o objetivo deste trabalho foi descrever as potencialidades do microscópio digital acoplado a dispositivos, como o computador e o celular. Para tanto, imagens de lâminas didáticas de parasitos (corte transversal de *Ascaris* sp, proglótide grávida e cisticerco de *Taenia solium*, casal de esquistossomo), vetor de doenças (fêmea de *Aedes aegypti*), tecidos linfóides (Bursa de Fabricius, timo, tonsila) e tecidos fibrosados (fibrose hepática e pulmonar) foram analisadas com o uso deste microscópio acoplado aos dispositivos mencionados. Nós observamos as seguintes vantagens do uso deste recurso didático: baixo custo deste microscópio em relação ao microscópio óptico convencional, fácil portabilidade, obtenção de imagens biológicas de qualidade, tanto na tela do celular, quanto no computador, e possibilidade de abordar diversos temas da biologia na escola. Acreditamos que a utilização deste microscópio possa ser um diferencial na aula do professor de biologia que, muitas vezes, está em escolas com poucos recursos.

Palavras-chave: Microscópio digital, Ensino de Biologia, Parasitos, Tecidos linfóides, Microscopia alternativa.

INTRODUÇÃO

Os primeiros microscópios foram produzidos a partir do avanço na construção de lentes de vidro. Nos séculos XVI e XVII, dois tipos de microscópios estavam em uso: o “simples”, que utilizava apenas uma lente, e o “composto”, que tinha duas ou

¹ Graduada do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM, liidiabeatriz.cardoso@outlook.com;

² Doutora do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM; integra o grupo de pesquisa em Recursos Didáticos para o Ensino de Biologia Estrutural, Funcional e Evolutiva (ReDiBEFE), patricia.buranello@uftm.edu.br ;

³ Doutor do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM; integra o grupo de pesquisa em Recursos Didáticos para o Ensino de Biologia Estrutural, Funcional e Evolutiva (ReDiBEFE), luis.galego@uftm.edu.br;

⁴ Orientador do trabalho, Doutor do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM; integra o grupo de pesquisa em Recursos Didáticos para o Ensino de Biologia Estrutural, Funcional e Evolutiva (ReDiBEFE), fernando.pereira@uftm.edu.br .

mais lentes. Antonie van Leeuwenhoek (1632–1723) e Robert Hooke (1635–1703), dois pioneiros da microscopia, usavam, respectivamente, microscópios simples e compostos. O fato de Leeuwenhoek produzir lentes de vidro de boa qualidade o levou a fazer estudos detalhados de vários “*animalcules*”. Na realidade, essas imagens, inéditas para a época, tratavam-se das primeiras observações de protozoários e bactérias (MELO, 2018).

Entre os séculos XVII e XIX, “*a organização das áreas de conhecimentos biológicos recebeu influência, direta ou indireta, do advento e refinamento do microscópio e de seus resultados. E mais do que revelar os mundos que se mantinham inacessíveis aos sentidos humanos, olhar e ver pelas lentes do microscópio tornou possível a produção de novas realidades sobre as quais a ciência iria se debruçar. O microscópio ajudou a libertar a Biologia das amarras do fisicismo mecânico e contribuiria para torná-la uma ciência imprescindível na explicação do mundo*” (VALÉRIO, TORRESAN, 2017).

Na atualidade, os microscópios apresentam alto nível de aperfeiçoamento técnico, com circuitos integrados que incorporaram microprocessadores, capazes de desempenhar muitas tarefas. As lentes são de excelente qualidade, com formulações inovadoras que permitem ampla correção das aberrações ópticas. Os microscópios mais sofisticados, dotados de recursos de fotografia e análise de imagem, são geralmente usados para fins de pesquisa científica. Para fins didáticos e de análises de rotina, utilizam-se microscópios mais simples (MELO, 2018).

Na prática docente de uma escola nos anos 60 e 70, o uso do microscópio foi percebido como essencial na materialização das atividades práticas em associação com o que se considera o *bom* professor. O microscópio foi ainda entendido como ponto central da ação docente, demarcando a sua respectiva comunidade disciplinar em torno de aulas práticas experimentais. Tal objeto é percebido como contribuinte para o processo de legitimação, modernização e unificação da Biologia escolar (OLIVEIRA; GOMES, 2020).

Nos cursos de Biologia, as aulas de laboratório levam os estudantes a terem contato direto com os fenômenos biológicos, por meio da manipulação de materiais e equipamentos para observação de organismos. Na análise do processo biológico, com o uso dos microscópios, por exemplo, os estudantes podem trabalhar com grupos de indivíduos para obter resultados válidos nas aulas de laboratório. Além disso, somente

nas aulas práticas os estudantes enfrentam os resultados não previstos, cuja interpretação desafia seu raciocínio e imaginação (KRASILCHICK, 2019).

Assim, o microscópio é uma ferramenta vital no ensino de biologia, proporcionando uma ponte entre teoria e prática, estimulando a curiosidade científica e preparando os estudantes para desafios futuros na Ciência.

Potencialidades e limitações de microscópios alternativos como recurso para o ensino de biologia

A necessidade do professor de Ciências e/ou Biologia de se reinventar para proporcionar atividades práticas aos seus estudantes existe há muito tempo no Brasil, e mesmo compreendendo que essas práticas são essenciais na formação do estudante, os próprios professores em sua formação universitária podem ter passado por carência de estrutura e materiais, que resulta numa formação deficitária (SATO *et al.*, 2021).

O Censo da Educação de 2023 ainda revela desafios de infraestrutura para a existência de laboratórios de Ciências que estão em apenas em 12,6% das escolas do país (CARVALHO, 2024). Assim, é importante que se gerem novas estratégias para o ensino e aprendizagem das ciências naturais nos diferentes níveis educacionais, tornando- as efetivas e motivadoras para os estudantes da escola básica.

Atualmente, alguns trabalhos têm apontado e discutido a construção e uso de microscópios caseiros ou alternativos e de baixo custo para o ensino de ciências e biologia, uma vez que nas escolas brasileiras há pouca ou nenhuma infraestrutura de laboratório para a realização de atividades práticas (FREITAS, NAGEM, BONTEMPO, 2015; PEREIRA *et al.*, 2016; PEREIRA, 2020; BORGES *et al.*, 2023) .

Freitas, Nagem e Bontempo (2015) apresentaram um estudo sobre as potencialidades e desafios para uso de um microscópio alternativo, baseado em *smartphone*, conhecido como *smartscópio*. De acordo com esses autores, o modelo análogo ao microscópio, apesar de limitado, pode oferecer muitas contribuições para o trabalho prático em Ciências como um recurso didático mediacional.

Ainda na perspectiva das potencialidades e limitações de uso do *smartscópio*, Pereira e colaboradores (2016) discutiram que este recurso pode ser utilizado em aulas práticas de biologia para análise de lâminas didáticas de tecidos animais e vegetais. Esses autores destacam a importância da construção deste recurso por estudantes da

Licenciatura em Biologia e pelos professores de ciências e biologia para promover atividades práticas com estudantes da educação básica.

Recentemente, Borges e colaboradores (2023) descreveram a montagem e testagem de cinco microscópios alternativos, a saber: microscópio a partir de *Webcam*, microscópio a partir de *Smartphone*, projetor de gotas de água, microscópio com lentes de gota e microscópio utilizando combinação de lentes. Esses autores enfatizam o baixo custo e a facilidade de produção desses microscópios pelos próprios estudantes ou professores, podendo suprir a falta de um microscópio óptico nos laboratórios das escolas.

Embora a utilização desses instrumentos não permita a obtenção de imagens com a mesma qualidade de um microscópio óptico comercial, esses dispositivos podem ser utilizados para incentivar os estudantes a explorar objetos e fenômenos/estruturas biológicas, bem como gerar e complementar discussões realizadas em sala de aula (BORGES *et al.*, 2023).

Além da possibilidade de construção e uso de microscópios caseiros, atualmente há disponível no mercado alguns microscópios digitais capazes de se acoplar a aparelhos celulares e computadores via entrada *USB (Universal Serial Bus)*, constituindo, portanto, modelos analógicos a serem testados para fins educacionais. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar imagens biológicas obtidas deste microscópio capaz de se acoplar computador e ao *smartphone*, bem como refletir sobre as potencialidades do microscópio digital para o ensino de biologia.

METODOLOGIA

Esse estudo trata-se de um trabalho de conclusão de curso realizado pela primeira autora e orientado pelo último autor, com a participação de professores colaboradores.

Nós adquirimos comercialmente o microscópio digital da empresa Haiz (Barueri, São Paulo). Esse recurso didático apresenta as seguintes especificações: Microscópio Digital USB 1600 X Modelo 3 em 1 para celulares e PC (Computador Portátil). Para uso do microscópio digital acoplado ao celular foi utilizado o aparelho *Samsung Galaxy S20 FE* com entrada *USB-C*. A instalação do *software* no celular foi realizada de maneira muito simples e prática, a partir do uso de um *QR Code* no microscópio digital. A figura 1 ilustra o microscópio digital e traz algumas informações.



Figura 1: Informações sobre o microscópio digital. Créditos: Lídia Beatriz Cardoso Carlos (Figura adaptada das informações trazidas do manual do produto da Haiz).

A testagem do microscópio digital foi realizada com o uso lâminas permanentes de parasitos/vetor e cortes histológicos de tecidos/órgãos linfóides ou cicatrizados que compõem os *kits* didáticos utilizados nas disciplinas de Imunologia e Microbiologia e Parasitologia do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro.

Foram selecionadas cinco lâminas didáticas de cortes histológicos de tecidos/órgãos linfóides e tecidos cicatrizados (quadro 1) para obtenção de imagens a partir do uso do microscópio digital acoplado ao computador ou ao celular.

Quadro 1: Relação de lâminas didáticas de tecidos linfóides e fibrosados

<i>Lâminas didáticas de tecidos</i>	<i>Tipo de coloração</i>	<i>Informações sobre a representação do corte histológico</i>
Bursa de Fabricius	Hematoxilina e eosina	Órgão linfóide presente em aves. É o centro gerador de linfócitos B (células produtoras de anticorpos solúveis quando diferenciadas em plasmócitos).
Timo	Hematoxilina e eosina	Órgão linfóide primário em mamíferos. É o centro de maturação de linfócitos T.

Tonsila palatina	Hematoxilina e eosina	Órgão linfóide secundário conhecido popularmente como amígdala.
Fibrose Pulmonar	Tricrômico de Masson*	Tecido danificado e cicatrizado, dificultando o funcionamento adequado dos pulmões.
Fibrose Hepática	Tricrômico de Masson*	Tecido danificado e cicatrizado, dificultando o funcionamento adequado dos rins.

* O Tricrômico de Masson (TM) é uma coloração especial usada principalmente para caracterizar e discriminar diferentes tecidos conjuntivos e componentes de tecidos moles. Músculo liso e queratina são corados em rosa a vermelho, colágeno em azul ou verde, e fibras elásticas em preto.

Além das lâminas supracitadas, foram também selecionadas lâminas de parasitos e de um vetor de doenças virais para obtenção de imagens ao microscópio digital. O quadro 2 relaciona os organismos fixados em lâminas didáticas do *kit* de Parasitologia.

Quadro 2: Relação de lâminas didáticas de parasitos e vetor

<i>Lâminas didáticas de parasitos e vetor</i>	<i>Informações sobre a representação do corte histológico</i>
<i>Ascaris sp</i>	Corte transversal de uma fêmea do verme, expondo diversos órgãos e tecidos.
Proglótide grávida de <i>Taenia sp.</i>	Unidade morfofisiológica e reprodutiva de uma tênia, destacando-se útero repleto de ovos.
Cisticerco de <i>Taenia sp.</i>	Corte longitudinal de uma larva infectante de uma tênia
Casal de esquistossoma	Macho e fêmea de verme realizando cópula
<i>Aedes aegypti</i> (fêmea)	Vetor de doenças virais

As imagens de cada lâmina didática foram obtidas do microscópio digital acoplado ao computador e ao celular. Os registros das imagens foram obtidas e analisadas com a função captura de tela desses dispositivos.

Um diário de bordo foi utilizado para construção dos resultados, a partir reflexões sobre as potencialidades e fragilidades do microscópio digital, levando-se em consideração os seguintes aspectos: facilidade de acoplamento ao *smartphone* e ao computador portátil, portabilidade, facilidade de obtenção de imagens, qualidade das imagens, custo, uso na abordagem de temas biológicos diversos e como instrumento para a abordagem da importância da microscopia durante disciplinas na graduação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Qualquer que seja a modalidade didática que o professor escolha e use, ela pode ser complementada, com vantagem, por recursos tecnológicos, como vídeo, programas e ferramentas tecnológicas, computador, entre muitos outros (KRASILCHICK, 2019).

Dentre os recursos didáticos que podem ser instrumentos de ensino do professor, destacam-se os microscópios alternativos, os quais são analógicos ao microscópio óptico, e destacam-se muitas vezes por serem de baixo custo e podem ser construídos pelo professor ou estudantes de cursos da licenciatura, a partir de diversos materiais acessíveis, conforme discorre Pereira (2020) e Borges *et al.* (2023).

Por outro lado, outra possibilidade de uso da microscopia alternativa é adquirir comercialmente microscópios para fins educacionais, como o microscópio digital (Haiz, Barueri, SP) que chamou-nos atenção pela flexibilidade de se conectar ao *smartphone* e ao computador portátil por meio de entrada *USB*.

Assim, neste estudo, nós testamos este microscópio digital para avaliar a qualidade das imagens obtidas de tecidos e parasitos/vetor fixados em lâminas didáticas. As imagens fotografadas de cortes histológicos de tecidos linfóides (Painéis A, C, D da figura 2) e tecidos fibrosados (Painéis B e E da figura 2) foram nítidas tanto no *smartphone* quanto no computador portátil, conforme podemos observar na figura 2. As imagens obtidas pelo microscópio acoplado ao computador apresentaram melhor qualidade.

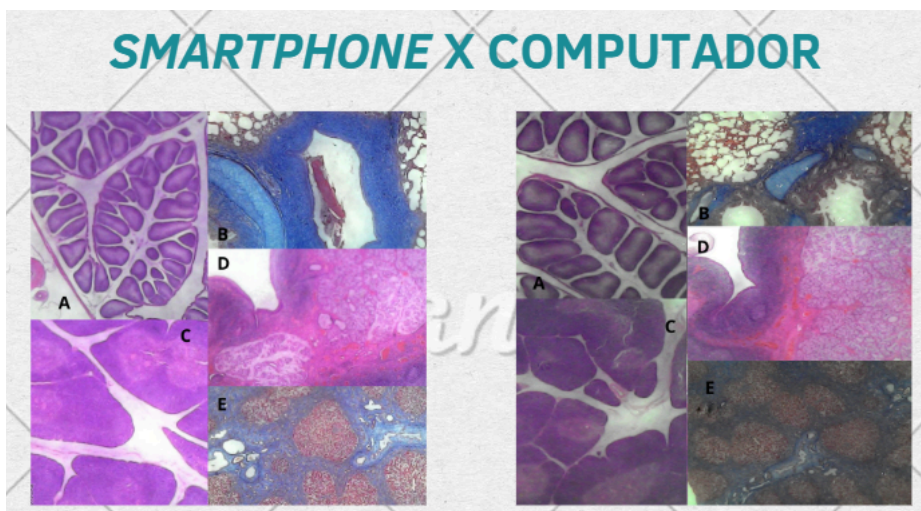


Figura 2: Imagens de cortes histológicos de tecidos registrados a partir do uso do

microscópio digital (aumento 600X) acoplado ao *smartphone* e ao computador portátil (imagens à esquerda: fotografias do *smartphone*; imagens à direita: fotografias feitas no computador portátil). Painéis: Bursa de Fabricius - HE (A); Fibrose Pulmonar com coloração por Tricrômico de Masson (B); Timo - HE (C); Tonsila Palatina - HE (D); Fibrose hepática com coloração por Tricrômico de Masson (E). Créditos das imagens: Lídia Beatriz Cardoso Carlos.

Em relação às imagens obtidas de parasitos (Painéis A, B, D e E da figura 3) e vetor viral (Painel C da figura 3) fixados em lâmina didática, também observamos que àquelas obtidas tanto do *smartphone* (imagens à esquerda da figura 3) quanto do computador portátil (imagens à direita da figura 3) acoplados ao microscópio digital apresentaram qualidade satisfatórias para explorar conhecimentos biológicos.

A figura 3 mostra proglótide e cisticerco de tênia, corte transversal de *Ascaris* sp e casal de esquistossomose bem corados e com boa resolução para identificação nesse recurso de microscopia digital acoplado ao aparelho celular ou computador.

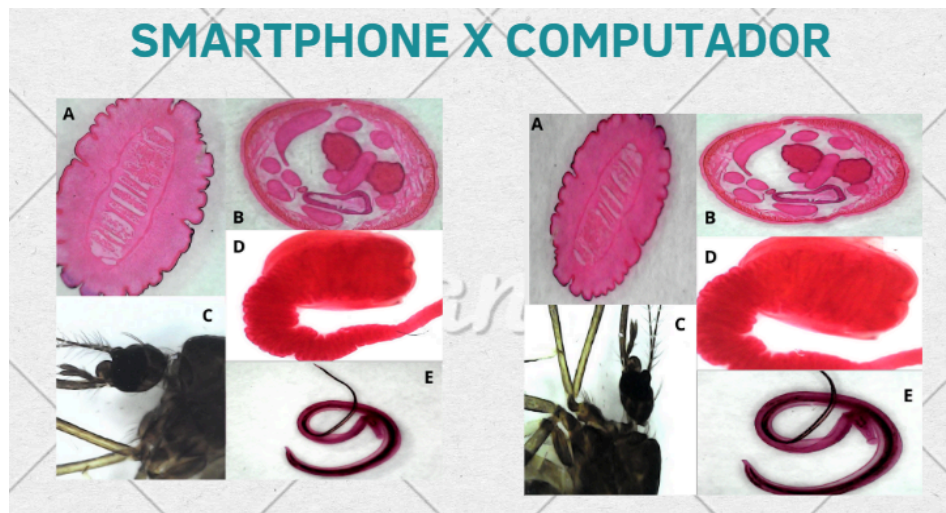


Figura 3: Imagens de parasitos e de um vetor obtidas através do microscópio digital acoplado ao *smartphone* (imagens à esquerda) e ao computador portátil (imagens à direita). Proglótide grávida de tênia (A); Corte transversal de fêmea de *Ascaris* sp (B); Fêmea *Aedes aegypti* (C); Cisticerco (D); Casal de esquistossoma copulando (E). Créditos das imagens: Lídia Beatriz Cardoso Carlos.







Considerando a qualidade das imagens obtidas com o microscópio digital neste trabalho, acreditamos que o microscópio digital pode ser de grande valia para o











planejamento de práticas de ensino inovadoras pelo professor ou estagiário dos cursos de Biologia, desde que se tenha acesso à computadores e/ou aparelhos celulares compatíveis com este microscópio.

Assim como Borges e colaboradores (2023) e Pereira (2020) destacaram que microscópios caseiros apresentam potencial para serem explorados em atividades práticas das ciências da natureza, nesse estudo nós também acreditamos que o microscópio digital possa ser uma ferramenta interessante para planejamento de práticas de ensino a serem exploradas com estudantes da Licenciatura das Ciências Biológicas ou mesmo em projetos de ensino/extensão na escola básica.




A partir do uso desse microscópio digital, nós apontamos, no quadro a seguir, algumas potencialidades e as limitações desse microscópio para o ensino de biologia, com o intuito de colaborar com a necessidade de se pensar em práticas de ensino a serem discutidas com estudantes dos cursos de Licenciatura em Biologia.

Quadro 3: Potencialidades e limitações para o uso do microscópio digital no ensino de biologia

<i>Potencialidades do microscópio digital</i>	<i>Microscópio digital acoplado ao dispositivo</i>		<i>Comentários</i>
	<i>Computador</i>	<i>Celular</i>	
<i>Facilidade de acoplamento aos dispositivos móveis</i>			O manual traz informações fáceis e precisas sobre a utilização dos cabos de entrada para os dispositivos, bem como a instalação do programa para uso do microscópio.
<i>Facilidade em obter imagens a partir de lâminas didáticas</i>			É necessário testar as distâncias da lâmina didática do microscópio, bem como testar os aumentos para obtenção de imagens mais nítidas de tecidos, parasitos e vetor fixados em lâminas didáticas.
<i>Qualidade das imagens biológicas</i>			Nesse estudo observamos uma melhor qualidade das imagens obtidas pelo aparelho celular. Provavelmente, os modelos dos dispositivos podem fazer a diferença no momento do registro de lâminas didáticas. Assim, o professor também pode fazer uso de programas que auxiliem na melhoria das imagens.

<i>Portabilidade</i>			Uma vantagem para o professor ao utilizar o microscópio digital acoplado aos dispositivos é a facilidade de carregá-los para as aulas.
<i>Uso em aulas demonstrativas e/ou práticas</i>			O uso do microscópio digital chama muita a atenção pelas imagens geradas nos dispositivos móveis. O professor pode planejar aulas para abordagem de conteúdos biológicos, dividindo os estudantes em pequenos grupos para explorar os materiais biológicos a partir de objetivos de ensino bem definidos.
<i>Custo</i>			Embora o microscópio digital seja acessível financeiramente (valor entre R\$63 e R\$125 em 2024), o mesmo precisa ser acoplado ao celular ou computador, o que significa um custo maior para o uso da microscopia em sala de aula, considerando também o uso de lâminas didáticas. Por outro lado, conforme o planejamento do estagiário de biologia ou professor, se o mesmo tiver alguns microscópios digitais para explorar temas biológicos em aula, dependendo da turma, os estudantes podem utilizar os seus aparelhos celulares ou mesmo os dispositivos trazidos para a sala de aula.
<i>Utilização do microscópio para além das áreas de Parasitologia e Imunologia</i>			Longe de limitar o uso do microscópio digital, o mesmo pode ser testado para análise de lâminas de tecidos e células vegetais, cortes histológicos corados de muitos tecidos ou mesmo visualização de amostras de organismos vivos presentes na água, ou observação de insetos e outros seres que representam a diversidade biológica.
<i>Possibilidade de abordagem da importância da microscopia durante disciplinas na graduação</i>			Na Educação Superior, especialmente nas disciplinas de Biologia Celular, Histologia Animal e Vegetal e Microbiologia, a história da microscopia pode ser abordada e estendida para discussão sobre a microscopia alternativa. O uso do microscópio digital para essa abordagem pode ser um diferencial na aula do professor durante atividades práticas/demonstrativas na graduação, especialmente, se há o interesse de se discutir o uso do microscópio digital no ensino de ciências e biologia pelo futuro professor.

Legenda com significado de cada Emoji (Fonte: dos autores)

 Ótimo
 Muito bom
 Bom

Um aspecto que pode ser pontuado a partir das reflexões trazidas no quadro acima é a importância de se desenvolver durante a Licenciatura em Ciências Biológicas práticas de ensino envolvendo a microscopia alternativa, de tal forma que isso se reflita na atuação do futuro professor de Ciências e Biologia. Neste sentido, Marandino, Selles e Ferreira (2009) apontam que:

“A presença dos licenciandos, com experiências vividas na formação universitária, agrega um caráter científico à realização das atividades, uma marca que a experimentação didática mantém, embora de forma recriada. A experiência anterior dos futuros professores em um contexto acadêmico-científico, realizando pesquisas com seus professores universitários, confere legitimidade ao que fazem na escola (MARANDINO, SELLES, FERREIRA, 2009, p. 115).

Acreditamos que esse trabalho venha a contribuir futuramente para a realização de atividades de ensino, pesquisa e extensão no âmbito do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Triângulo Mineiro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho mostrou o grande potencial do microscópio digital para ser utilizado em práticas de ensino de biologia para análise de lâminas didáticas, especialmente àquelas ligadas aos conhecimentos parasitológicos e imunológicos.

Acreditamos que este modelo de microscópio pode ser usado por estagiários dos cursos de Licenciatura em Biologia e professores de ciências e biologia em suas aulas demonstrativas e/ou práticas, por ser acessível financeiramente, fácil de manusear e permitir a obtenção de imagens biológicas de boa qualidade, caso o docente/estagiário tenha acesso a um aparelho celular ou computador compatível com este recurso digital.

REFERÊNCIAS

BORGES, G. L. S.; BORGES, P. H. S.; CARDOSO, C. R.; CERQUEIRA, D. A. Microscópios alternativos construídos a partir de materiais de baixo custo. **Química Nova**, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/Jn5MfPKCCVhwSktFYQL3n7m/?format=pdf>. Acesso em: 27 out. 2024.

CARVALHO, J. Dia da Escola: O que o Censo Escolar 2023 revela sobre o tamanho da Educação brasileira? - Todos Pela Educação. Disponível em: <<https://todospelaeducacao.org.br/noticias/dia-da-escola-censo-escolar-2023/>>. Acesso em: 27 out. 2024.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 7. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2019.

MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MELO, R. C. N. **Células & microscopia: princípios e práticas**. 2nd ed. Barueri: Manole, 2018. E-book. p.5. ISBN 9788578683023. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788578683023/>. Acesso em: 21 out. 2024.

OLIVEIRA, F. A.; GOMES, M. M. P. L. O Microscópio como Objeto Escolar da Disciplina Biologia no Colégio Pedro II (1960-1970). **Ciência & Educação** (Bauru), v. 26, p. e20066, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/39Ld8FSRBMtBKPXkZW6MyjG/?format=html#>. Acesso em: 27 out. 2024.

PEREIRA, F. L.; GAZOLLA, E. B.; ALVES, B. E.; TEIXEIRA, C. Potencialidades do smartscópio para o ensino de biologia. In: III Congresso Nacional de Educação, 2016, Natal. Anais, 2016. v. 1.

PEREIRA, F. L. A construção e uso do smartscópio: Pontes pedagógicas entre a universidade e a educação básica. In: Willian Douglas Guilherme. (Org.). **A Educação como Diálogo Intercultural e sua Relação com as Políticas Públicas** 3. 3ed. Ponta Grossa- PR: Atena Editora, 2020, v. , p. 1-8.

SATO, A.; LIMA, N. de; ONO, L. Avaliação e modificação de microscópio alternativo para estruturação de laboratório de microbiologia e realização de atividades práticas na educação básica. **ACTIO**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 1-22, jan./abr. 2021. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/13147>>. Acesso em 10 mai. 2022.

VALÉRIO, M.; TORRESAN, C. A invenção do microscópio e o despertar do pensamento biológico: um ensaio sobre as marcas da tecnologia no desenvolvimento das ciências da vida. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 10, n. 1, p. 125-134, 2017. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/16>. Acesso em: 24 out. 2024.