

## MOVELCÓPIO: MICROSCÓPIO DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO DISPOSITIVO MOVÉL NO ENSINO DE BIOLOGIA

*Low-cost microscope using mobile device (Movelcope) for Biology Teaching purposes*

**Karolina Costa de Sousa** [karolina.costa@aluno.uece.br]

**Francisco Regivânio Nascimento Andrade** [regi.andrade.biotec@gmail.com]

**João Eudes Farias Cavalcante Filho** [joao.eudes@aluno.uece.br]

*UECE – Universidade Estadual do Ceará*

*Av. Dr. Silas munguba, 1700 - Campus do Itaperi, Fortaleza – CE*

**Marco Diego Aurélio Mesquita** [marco.mesquita@ufersa.edu.br]

*UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-árido*

*BR 226 KM 405, Bairro São Gerald, Pau dos Ferros - RN*

**Carmina Sandra Brito Salmito-Vanderley** [sandra.salmito@uece.br]

*UECE – Universidade Estadual do Ceará*

*Av. Dr. Silas munguba, 1700 - Campus do Itaperi, Fortaleza – CE*

*Recebido em: 22/02/2021*

*Aceito em: 29/09/2021*

### Resumo

O microscópio óptico é uma ferramenta tecnológica didática que tem contribuído satisfatoriamente para melhorar o processo de aprendizagem dos alunos do ensino regular, entretanto a maioria das escolas públicas não possuem infraestrutura e recursos para aulas laboratoriais. Por isso, a importância de gerar novas estratégias para o ensino das ciências naturais, nos diferentes níveis educacionais, tem feito com que educadores desenvolvam microscópios artesanais e os utilizem em sala para as aulas experimentais. Foi desenvolvido um microscópio artesanal como instrumento didático para a rede pública de ensino. O Movelcóprio foi construído utilizando materiais reciclados como caixas de CD, laser óptico de aparelho de DVD e parafusos e enviado para 15 participantes, divididos em 03 grupos (alunos do ensino médio, universitários e professores), que montaram e desenvolveram algumas práticas com o Movelcóprio. Dos participantes, 47% consideraram fácil montar o Movelcóprio enquanto 73% acharam parcialmente fácil manusear. O grupo dos alunos do ensino médio teve mais dificuldade, principalmente em ajustar o foco. Contudo, 73% dos participantes ficaram satisfeitos com os resultados alcançados nas práticas. Os resultados permitiram verificar que o movelcóprio possui potencial para ser usado como ferramenta didática em aulas práticas de Ciências e Biologia.

**Palavras-chave:** Aula prática; Laboratório de Biologia; Microscópio artesanal.

### Abstract

Optical microscope is a technological didactic tool that has satisfactorily contributed to improve the learning process of regular school students, but most public schools have no resources for lab classes, so the importance of generating new strategies for natural sciences teaching on the different educational levels, has made educators develop handmade microscopes and use them in classrooms for experimental classes. A handmade microscope was developed as a didactic instrument for the public education network. Movelcóprio was built using recycled materials such as CD boxes, DVD set lens and screws. The microscope was sent to 15 participants divided in 3 groups (high school students, university students and teachers) who assembled the microscope and developed some practical routines with Movelcóprio. 47% of the participants found it easy to assemble the Movelcóprio while 73% of the participants found it partially easy to handle the Movelcóprio, but the high school student group had the most difficulty mainly in adjusting focus. Yet, 73% of the participants were satisfied

with achieved results by the practical. Results allows to check that movelcópico can potentially be used as a didactic tool for practical Sciences and Biology classes.

**Keywords:** Practical class; Biology Laboratory; Handmade microscope.

## 1 INTRODUÇÃO

O uso de microscópio em aulas experimentais é um tema recorrente de investigação, tendo como base aproximadamente 1.190 artigos encontrados no *Google scholar* relacionados a “aulas práticas de biologia”. Na literatura é possível encontrar relatos sobre práticas de ensino que exaltam a utilização de aulas experimentais no ensino regular como ferramenta para a construção do saber e do caráter científico dos alunos. Para Oliveira e Gomes (2020) aulas experimentais contribuem para o processo de modernização do ensino de biologia, além de democratizar o acesso à microscopia em áreas mais isoladas e carentes de infraestrutura básica (BOSZKO, 2020).

Contudo, quando avaliados, em sua maioria, são relatadas as dificuldades enfrentadas pelas escolas e professores para incluir em seu cotidiano aulas práticas de Ciência/Biologia. A escassez de recursos financeiros, a ineficiência do diálogo entre a gestão e os professores e a falta de envolvimento dos professores, são entraves que inviabilizam aulas práticas no cotidiano escolar (BORGES, 2002; SILVA, 2018).

Portanto é sabido que o uso de microscópio óptico como ferramenta e recurso tecnológico didático tem contribuído satisfatoriamente para melhorar o processo de aprendizagem, e o desempenho de alunos do ensino regular (OLIVEIRA; GOMES, 2020; PUTZKE *et al.*, 2020). Essa ferramenta auxilia no desenvolvimento da aprendizagem, aguçando a curiosidade pelo estudo de Biologia e, principalmente, pelos conteúdos que envolvem os estudos microscópicos. De modo que, essa visão promovida pelo uso de microscópios favorece a aproximação dos estudantes com a ciência.

Logo, a construção de microscópios artesanais surge como uma opção para a falta de recurso, como também permite não apenas integrar conceitos de ciências, mas favorece a geração de habilidades artísticas. O microscópio artesanal tornou-se uma ferramenta transversal das ciências naturais, permitindo que a teoria explicada seja relacionada à prática, possibilitando questionamentos em sala de aula e gerando uma compreensão mais abrangente dos conteúdos estudados (LIMA; GARCIA, 2011). Lima, Fávoro e Coelho (2020) relatam que manipular as algas em uma aula prática, tornou os alunos mais interessados e as perguntas foram o ponto chave para a manutenção da discussão. Fato observado por Bernardo *et al.* (2017) que afirmam que as práticas permitiram aos alunos correlacioná-las com seu cotidiano, tornando a relação ensino/aprendizado mais eficiente.

Assim, a relevância desta pesquisa está em propor o uso de um microscópio artesanal como instrumento de apoio ao professor, permitindo associar teoria e prática a partir de imagens obtidas e processadas através de um telefone móvel.

### 1.1 Referencial teórico

Glaser, Pierre e Fioreze (2017) relatam que a maioria das escolas públicas não possuem recursos para aulas laboratoriais devido ao seu alto custo e sugerem que os educadores busquem métodos alternativos. Os autores citam como exemplo o ensino de “Citologia” ou “Biologia Celular” no Ensino Médio, que em sua maioria, necessita de equipamentos como microscópios e de lâminas, mas que na maioria das vezes não passam de aula teóricas em sala de aula.

Ferreira *et al.* (2019), ao fazerem um mapeamento dos laboratórios de ciências presentes nos Centros de Ensino Médio do município de Araguaína, verificaram que o não uso de microscópios

está relacionado a má estrutura dos espaços e a formação inicial dos professores, tendo influência negativa na prática de aulas experimentais.

Fato observado por White em 1996 ao investigar sobre a eficiência de aulas em laboratório, o autor chegou a resultados decepcionantes, tais como: as aulas experimentais conflitam com a teoria e expectativas, o despertar da curiosidade dos alunos por objetos não usuais e eventos diferentes, e um contraste com a prática comum na sala de aula de permanecer assentado. Dessa discussão, foi possível observar uma posição unânime de desaconselhar o uso de laboratórios, pelo seu impacto negativo sobre a aprendizagem dos estudantes.

Para Borges (2002) o que deve ser avaliado é como o laboratório pode ter um papel mais relevante para a aprendizagem escolar e como ele deve ser organizado para ser mais eficiente na aprendizagem de ciências.

Silva, Vieira e Oliveira (2009) visando compreender a importância da dinamização das aulas práticas além da sua contribuição na aprendizagem utilizou-se de microscópios como um recurso tecnológico em aulas práticas com 80 alunos da rede pública. Os autores concluíram que o uso dessa ferramenta contribuiu satisfatoriamente no desempenho dos alunos.

Desde então muitas pesquisas foram feitas e acredita-se que a necessidade e o interesse dos alunos por aulas experimentais aumentaram, entretanto segundo Fernandes e Gomes (2020) os professores não se apropriaram dos resultados de pesquisas no campo da Aprendizagem Escolar, para planejar ou reorientar as suas práticas de ensino, a fim de encontrar formas de consolidar as aprendizagens dos alunos, por isso que o desuso de aulas experimentais ainda é constante.

Morin e Ludke (2020) afirmam que a aplicação de conteúdos em situações práticas da vida diária facilita o aprendizado, mas que é necessário a inovação da aula pelos professores e estudantes de licenciatura (em especial da área de Ciências) e pesquisadores de ensino-aprendizagem de ciências. O encantamento de estudantes após observar estruturas antes somente vistas em imagens de livros e o interesse em manusear os instrumentos utilizados (microscópio ótico, molde anatômico em gesso) e a realização expressa nas falas dos alunos por conhecer e compreender um pouco mais sobre o funcionamento do seu corpo é possível.

Contudo, em um país onde uma fração considerável dos estudantes nunca teve acesso a um laboratório de ciências, pois na maioria das escolas eles simplesmente não existem, cabe a escola e aos seus professores dar a oportunidade aos seus alunos de terem acesso a aulas práticas durante a sua formação e uma opção é através do uso de ferramentas alternativas (ANDRADE; MASSABNI, 2011).

Possobom, Okada e Diniz (2003) relataram que os professores não utilizavam os laboratórios de Ciências/Biologia e os microscópios, porque a escola não os possuía. E que o laboratório e o microscópio são ferramentas imprescindíveis para os alunos vivenciarem o método científico além de contribuir para o desenvolvimento de habilidades como cooperação, concentração, organização e manipulação de equipamentos.

Daí a importância de gerar novas estratégias para o ensino e a aprendizagem das ciências naturais nos diferentes níveis educacionais, tornando-as motivadoras, desafiadoras e efetivas (MORA-OSEJO, 2001).

O microscópio é considerado um recurso de didático para os alunos da Educação Básica, mas também serve como instrumento de investigação, causando motivação e encanto aos alunos, além de corroborar com o olhar questionador dos alunos (ALVES; MOURA; BATISTA; RAIMAN, 2013).

Diversos recursos didáticos podem ser usados no ambiente escolar utilizando materiais de baixo custo e de fácil aquisição e que poderão ser de fácil reprodução para qualquer professor que tenha interesse. Fato constatado por Sepel *et al.* (2011), onde construíram um microscópio de baixo custo e de simples manuseio, com capacidade de aumentar e visualizar as estruturas em mais de 100 vezes, possibilitando aos alunos o estudo real das estruturas que pretendiam investigar.

Microscópios artesanais podem ser feitos de material reciclado e facilmente acessíveis à comunidade estudantil. Rosero-Toro, Villarela, Salgado e Escobar (2019) utilizaram materiais reciclados para construir um microscópio e para mostrar as imagens projetadas a partir de um telefone celular, utilizaram o aplicativo Mobizen. Os autores desenvolveram atividades teórico-práticas, onde os conceitos foram explicados e os conceitos e cada aluno de posse do microscópio construindo, iniciou-se o processo de investigação e reconhecimento de estruturas criadas pelo professor.

Wommer, Michelotti e Loreto (2019) utilizando garrafa pet, lentes de leitoras de CD/DVD, massa epóxi (durepóxi), tesoura, chave de fenda e estilete construíram um microscópio que foi utilizado em sala de aula para verificar estruturas como: um pequeno aracnídeo; fios de lã; soros de uma pteridófita e a estrutura reprodutiva de uma planta nas aulas de Ciências no ensino fundamental. Constatando que é possível a construção de um microscópio de baixo custo, tornando a aprendizagem ativa, estimulando a sua curiosidade pois os alunos participam de todo o processo de construção, além de despertar o interesse sobre o conteúdo, assim refletindo sobre o que estão aprendendo.

Combinações de lentes, encontradas em leitores de CD ou DVD/ROM são bastante utilizadas para a construção de Microscópios de baixo custo. Conrad *et al.* (2020) e quatro professores da E.E.E.F. Ataliba Rodrigues das Chagas, localizado na área rural do município de São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil, usaram lentes de DVD/ROM fixas em um cano adaptado de Policloreto de vinila (PVC), dois disquetes móveis e LED para fazer um protótipo de microscópio. Nesse protótipo foi possível visualizar algumas estruturas microscópicas, tornando a aula mais divertida e contribuindo com a aprendizagem dos alunos.

Sendo assim, a confecção de um microscópio “caseiro” e a sua utilização em sala de aula, tem ressignificado a aproximação dos estudantes com organismos microscópicos. Dal Bó e Diniz (2017) elaboraram um protótipo com alunos do 9º ano. Eles utilizaram tábua de madeira como base, parafusos, lente de DVD, luz de led e um celular. O protótipo de microscópio apresentou resultados bastante motivadores e promoveu diversos avanços no tocante ao ensino- aprendizagem.

Uma alternativa ao microscópio óptico é o smartscópio. O smartscópio é um modelo análogo ao microscópio óptico e funciona através do uso de instrumentos eletrônicos com câmeras (câmera digital, smartphones e tablets) e tem contribuído para o ensino das disciplinas de Ciências e Biologia, suprimindo a falta de microscópios na escola, e permitindo aos professores e aos alunos novas formas de interação entre si e com os espécimes microscópicas. O primeiro smartscópio foi desenvolvido por Kenji Yoshino e foram alcançados resultados significativos com o uso do mesmo (INSTRUCTABLES, 2013).

Resultados semelhantes foram encontrados por Freitas, Nagem e Bontempo (2015) ao construírem um smartscópio. Os autores relataram que os benefícios mais frequentemente observados foram a possibilidade de fornecer mais microscópios por alunos, a fácil montagem, o pouco espaço necessário, o fácil manuseio e a possibilidade de fotografar. Também foram identificados problemas relacionados ao smartphone, como ausência ou fator dispersador da atenção dos alunos devido a outros recursos presentes no aparelho além de alguns problemas estruturais. Contudo, o smartscópio possui potencial para ser usado em práticas de Ciências e Biologia, e sugerem que os problemas estruturais devem ser melhorados para que possa ser usado efetivamente no ensino.

Witz, Ambrosio e Fletcher (2014) demonstraram através do uso de microscópio para celular com lente reversa a identificação de glóbulos vermelhos e brancos em esfregaços de sangue e ovos

de helmintos transmitidos pelo solo em amostras de fezes. E reforçam que a microscopia de celular com uma lente de câmera reversa para celular, conforme apresentado por eles, não requer equipamentos complicados e que sua utilização é de fácil manuseio.

Mais pesquisas devem ser feitas e testadas em sala de aula a fim de se alcançar diferentes modelos de protótipos oriundos de matérias de baixo custo, e assim minimizar o impacto da ausência de recursos físicos e financeiros nas escolas e a carência de laboratórios de ciências. Corroborando com a construção do conhecimento científico.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida durante o mês de dezembro de 2020 no município de Maranguape, Ceará. Foram utilizados quinze indivíduos. Os participantes foram divididos em três grupos de cinco membros selecionados aleatoriamente: cinco participantes da escola onde foi realizado o estágio a docência III de um dos autores, cinco professores de biologia da rede pública de ensino do município e cinco graduandos de licenciatura em Ciências Biológicas matriculados em um curso sediado no mesmo município. As práticas foram realizadas nas casas dos participantes, pois a execução da pesquisa ocorreu no período da Pandemia do vírus SARS-Cov-2, causador da doença COVID-19.

Os grupos eram de alunos do Ensino Médio da Rede Estadual de Ensino do Município de Maranguape, Graduandos de licenciatura em Ciências Biológicas (UECE) do Polo de Maranguape e Professores de Biologia da Rede Estadual de Ensino lotados em Maranguape.

Ao receber o kit contendo o Movelcóprio, cada participante, separadamente, recebeu uma explicação sobre o objetivo da pesquisa, processo de montagem do Movelcóprio e as práticas sugeridas. Assim, eles puderam avaliar todo o processo, desde a montagem a escolha das práticas.

Após as práticas, cada participante recebeu via *WhatsApp* ou *e-mail* o link do formulário do *Google*. Foi feita uma breve explicação sobre o formulário. Em seguida o Movelcóprio e os demais materiais presentes no kit foram recolhidos, higienizados com álcool 70%, e entregue ao próximo participante

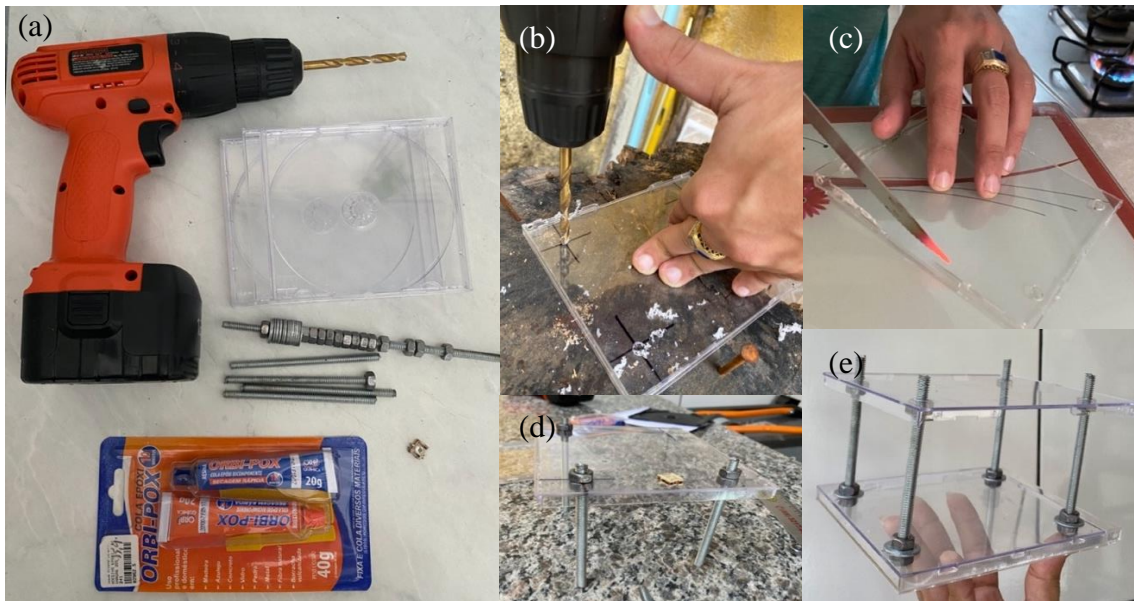
O protótipo do microscópio artesanal foi desenvolvido e testado no âmbito da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), do Curso de Ciências Biológicas – Licenciatura, no segundo semestre de 2020, na linha de inovação tecnológica como ferramenta complementar para o ensino de ciências.

### 2.1 Material e procedimentos para montagem do microscópio artesanal

Para a montagem do microscópio artesanal (Movelcóprio) optou-se para o uso de materiais acessíveis e de baixo custo. Foram usadas 03 capas de CD de acrílico transparente (14 cm x 12 cm), 04 parafusos (10 cm), 16 porcas e arruelas, 01 lente de laser óptico de aparelho de DVD (objetiva), furadeira, broca de 10 mm e cola epóxi (FIGURA 1).

O procedimento de montagem é simples, mas demanda paciência e cuidado. Faz-se necessário o uso de EPIs – Equipamentos de Proteção Individual (óculos e luva).

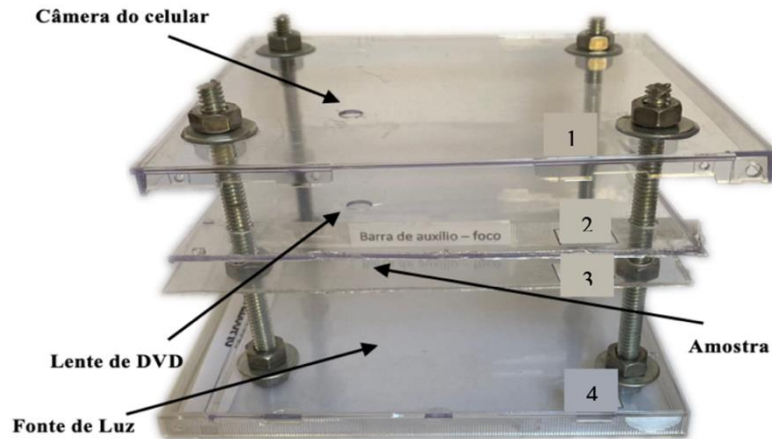




**Figura 1.** Processo de montagem do Movelcópio. (a) Material utilizado; (b) Furos feitos nas caixas de CD; (c) Retirada das bordas da caixa de CD com ferro quente; (d) e (e) montagem.

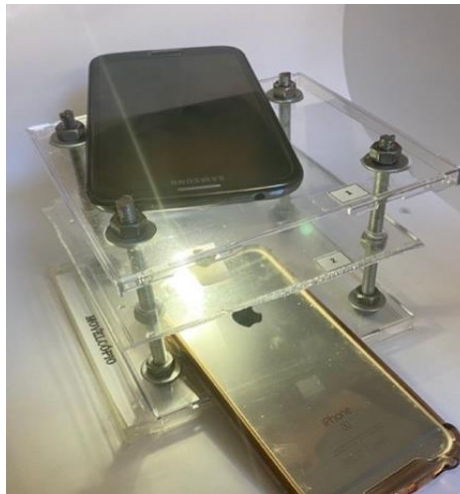
O Microscópio foi construído com base em 04 plataformas, numeradas de 1 a 4, e organizadas em ordem crescente. A plataforma 1 foi a primeira a ser colocada. Foram adicionados os parafusos e as porcas, que foram colados com cola epóxi. Em seguida, as plataformas (2) e (3) foram adicionadas e dispostas até o centro do Movelcópio. Abaixo da plataforma (3) foram adicionadas duas porcas e arruelas em cada parafuso. Depois a plataforma (4) foi adicionada. Após os parafusos atravessarem a plataforma (4), uma porca foi adicionada a cada parafuso. As porcas acima e abaixo da plataforma (4) foram usados para prender os parafusos. Após as porcas serem apertadas, a caixa de CD que correspondia a plataforma (4) pôde ser fechada, representando a base/suporte do Movelcópio (FIGURA 2).

Nas plataformas (1) e (2) foram feitos furos correspondentes, para receber a câmera do celular (furo na plataforma 1) e a lente de DVD (furo na plataforma 2). Diferente de outros autores, não foi adicionado nenhum outro eletrônico à estrutura. Uma luz auxiliar para a visualização seria adicionada posteriormente no momento da experimentação, podendo ser utilizado como fonte de luz, uma lanterna ou a lanterna de um outro celular, reduzindo assim o custo para confecção do Movelcópio e o tempo de montagem, sem necessitar de habilidade para trabalhos manuais (FIGURA 3).



**Figura 2.** Microscópio de baixo custo utilizando dispositivo móvel (Movelcópico).

Para o funcionamento do Movelcópico, um telefone móvel foi colocado na plataforma (1), alinhando o furo da plataforma à câmera do telefone móvel. No furo livre da plataforma (2) foi adicionado a lente de laser óptico de aparelho de DVD. Na plataforma (3) foi adicionada a lâmina com material biológico a ser analisado, alinhando a lente de DVD ao material. E na plataforma (4) uma luz externa foi incluída para ajudar no foco e visualização do material. Na Figura 4 foi utilizada a lanterna de um celular como fonte de luz externa.



**Figura 3.** Visualização do Movelcópico montado, com as 04 plataformas desempenhando as suas respectivas funções.

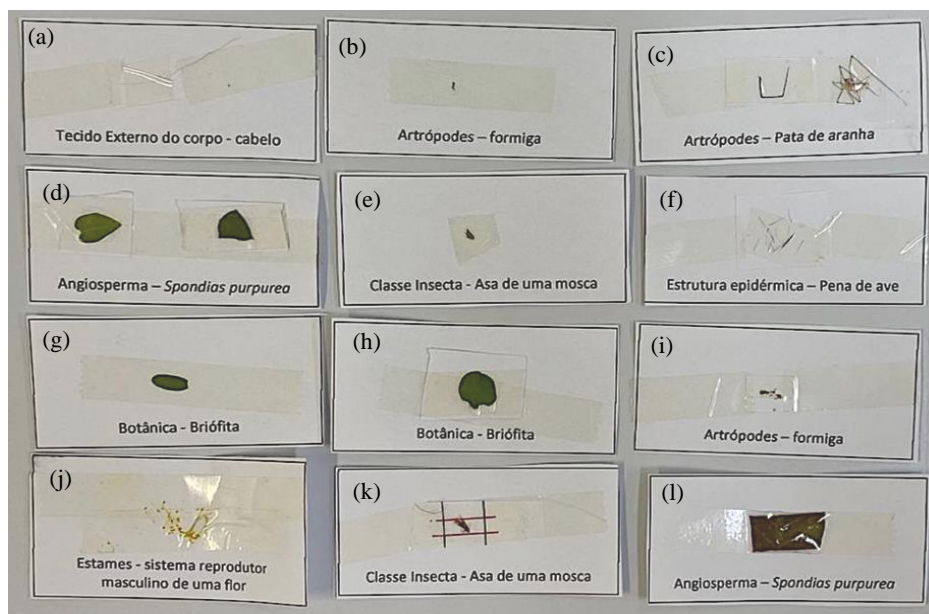
O Movelcópico foi enviado para os participantes na forma de um kit (FIGURA 4). Em uma caixa de plástico foi colocado o Movelcópico montado parcialmente (com a plataforma 01 fixa), parafusos, porcas, arruelas, 01 lente de DVD, 01 pinça, 01 caixa com lâminas contendo material biológico e 01 barra de ajuste de foco. O manual de instrução de montagem do Movelcópico e o manual com 12 práticas sugeridas foram colocadas em uma pasta e faziam parte do kit.



**Figura 4.** Kit do Movelcópico entregue para os participantes (alunos do ensino médio, universitários e professores) para testarem.

## 2.2 Práticas sugeridas para uso do Movelcópico

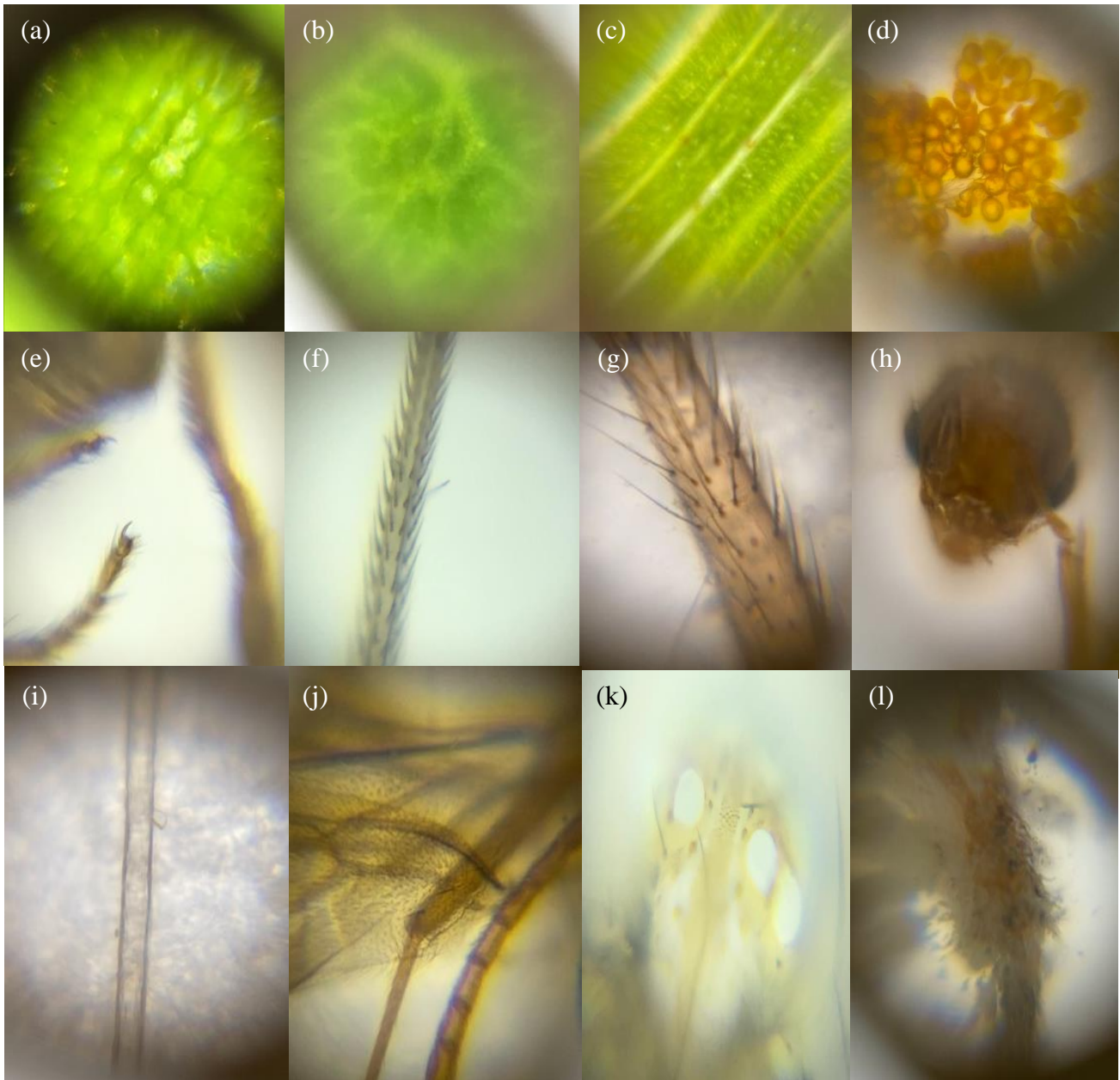
Foram sugeridas 12 práticas simples para os participantes testarem o Movelcópico, e através do manuseio identificarem as estruturas presentes no material biológico em análise. Assim, foram preparadas lâminas usando papel A4 e as amostras foram fixadas com durex, sem necessitar de tratamento ou corante para visualização (FIGURA 5).



**Figura 5.** Lâminas com material biológico para práticas usando o Movelcópico. (a) Tecido externo do corpo – cabelo; (b) Artrópodes – formiga; (c) Artrópodes – pata de aranha; (d) Angiosperma – *Spondias purpurea*; (e) Artrópodes – asa de uma mosca; (f) Estrutura epidérmica – Pena de ave; (g) Botânica – Briófitas; (h) Botânica – Briófitas; (i) Artrópodes – formiga; (j) Estames – sistema reprodutor masculino de uma flor; (k) Artrópodes – inseto e (l) Angiosperma.

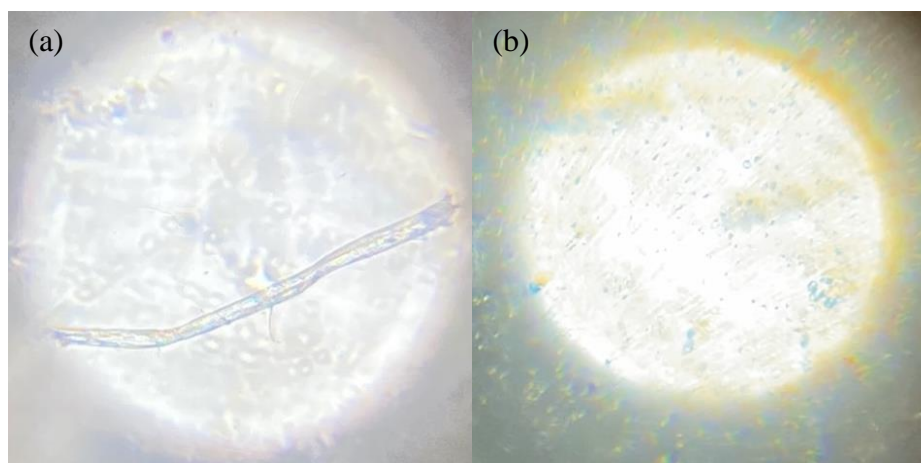


O manual de práticas presente no kit do Movelcópio, continha as fotomicrografias das doze práticas sugeridas. As imagens serviam como orientação para o que os participantes iriam visualizar durante as práticas (FIGURA 6)



**Figura 6.** Fotomicrografia: (a) Briófitas (b) Gimnosperma (c) Angiosperma (d) Grãos de pólen; (e) Pata de uma formiga; (f) Pata de uma aranha doméstica; (g) Pata de aranha; (h) Cabeça de uma formiga doméstica; (i) fio de cabelo; (j) Asa de formiga e patas; (k) Cabeça de uma aranha doméstica mostrando os olhos; (l) Cochonilha, inseto parasita de frutas como graviola.

Apesar das aulas práticas sugeridas para o uso com Movelcópio terem sido simples e de fácil aquisição de material e processamento da amostra, nada impede que sejam feitas práticas mais elaboradas como a visualização de protozoários, nematódeos, espermatozoides e outros organismos (FIGURA 7). Contudo, o professor deve previamente testar as práticas para que, em sala de aula, elas possam fluir da melhor forma possível.



**Figura 7.** (a) Fotomicrografia de um nematódeo encontrado em uma amostra de água de poço utilizando o Movelcóprio. (b) Fotomicrografia de espermatozoides humano utilizando o Movelcóprio.

### 2.3 Teste com material fixado com fita adesiva transparente

A visualização do material foi simples, pois não necessitou de procedimento envolvendo produtos químicos para coloração. Para o Movelcóprio descrito neste trabalho, podem ser utilizadas técnicas simples e convencionais de preparação de lâmina. O material a ser estudado foi colocado na lâmina de papel, fixado com fita adesiva transparente e disposto abaixo da lente. O foco deve ser ajustado subindo ou descendo as plataformas (2) e (3), girando-se as porcas e com o auxílio da barra de ajuste, colocando-a entre as plataformas (2) e (3) e pressionando-a para regular a distância entre as plataformas (FIGURA 8).



**Figura 8.** Prática de botânica desenvolvida por (a) uma aluna do Ensino Médio da rede pública de ensino de Maranguape; (b) Graduanda de Licenciatura em Ciências Biológicas (UAB/UECE); (c) Professor da rede Estadual de Ensino de Maranguape.

Para a confecção, montagem e ajustes de foco, tomou-se como referência modelos descritos na literatura. Diversas práticas foram testadas a fim de avaliar qual se adequava à proposta do Movelcóprio, levando em consideração a sua funcionalidade e o baixo custo. Assim, doze práticas foram sugeridas com o intuito de abranger diferentes conteúdos do Ensino Médio. Durante a prática, o participante foi arguido sobre possíveis estruturas presentes e visualizadas através do telefone móvel e incentivado a explorar um campo maior da amostra. Todos os participantes registraram fotos e foi solicitada a autorização para divulgação de imagem.

## 2.4 Aplicação de questionário

Após as práticas, os participantes receberam um link de um Formulário do *Google* ([https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeS0g9OS9prdDWH0gwW6IMEfW8Os532mnlrsPgHZ\\_eTV3j1w/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeS0g9OS9prdDWH0gwW6IMEfW8Os532mnlrsPgHZ_eTV3j1w/viewform?usp=sf_link)). O formulário foi dividido em três sessões que traziam desde o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, informações pessoais e a avaliação do Movelcópio.

Após os participantes terem respondido o questionário, iniciou-se o processo de avaliação e processamento dos resultados. Os gráficos foram feitos usando o software livre *Veusz*.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados adquiridos no presente trabalho são oriundos da avaliação de 15 participantes, sendo eles: 05 Alunos do Ensino Médio (E.M.) da Rede Estadual de Ensino do Ceará em Maranguape, 05 universitários de Licenciatura em Ciências Biológicas e 05 Professores da Rede Estadual de Ensino do Ceará lotados em Maranguape.

Quando os participantes foram convidados para participar da pesquisa, foi explicado que todos os dados pessoais seriam resguardados. Os alunos do E.M. tinham idade variando entre 15 e 17 anos, enquanto os universitários tinham a idade entre 22 e 31 anos. Os professores tinham idade no intervalo entre 49 e 56 anos, exceto um professor que tinha 28 anos. Quanto ao gênero, 53% dos participantes eram mulheres e 47% homens.

Xavier e Almeida (2021) ao entrevistarem professores da rede pública de ensino de Rondônia sobre atividades práticas no Ensino de Biologia, verificaram que 60% dos participantes eram mulheres e 40% eram homens. As mulheres tinham idade variando entre 36 e 50 anos, enquanto os homens apresentavam idade variando entre 25 e 35 anos. Brito (2017) ao testar um microscópio alternativo em séries finais do ensino fundamental também obteve uma maior participação de mulheres (52%) do que de homens (47%) em sua pesquisa. Nos trabalhos consultados, verificou-se que a participação do gênero feminino é mais comum em pesquisas.

Quando questionados sobre onde cursaram o Ensino Médio e se já tiveram alguma experiência com microscópio, 73% responderam que estudaram na rede pública de ensino e apenas 3% não utilizaram um microscópio. Contudo, eles reforçam a importância do uso dessa ferramenta nas aulas de Biologia.

Sobre o uso de microscópio, 87% dos participantes já utilizaram microscópio, sendo 33% deles universitários e professores. 20% dos alunos do E.M. nunca utilizaram um microscópio, o que justifica a importância desse trabalho para esses alunos. Os participantes falaram que o ajuste do foco, as poucas unidades disponíveis e as diversas configurações foram as principais dificuldades para o uso do microscópio. E mesmo assim, 87% dos participantes consideram ótimo ter aulas de Microscopia. Tal situação torna-se ainda mais relevante considerando que algumas escolas públicas sequer tem laboratório de ciências. A falta de microscópios é a principal causa para não terem aulas práticas, o que dificulta a compreensão sobre os assuntos vistos em sala de aula (SILVA; ROQUE, 2020).

Os participantes foram positivamente unânimes quando questionados sobre a possibilidade de terem aulas práticas de microscopia utilizando um telefone móvel. Alguns adjetivos utilizados foram: “interessante”, “legal”, “fantástico” e “ótima ideia”. Além de considerar válida essa alternativa. Entretanto um graduando, comentou ser necessário atentar-se à posição da câmera de diferentes celulares, para que não haja erro estrutural. Sugestão válida, já que o modelo do seu celular não permitiu usar a estrutura do Movelcópio (Quadro 1).

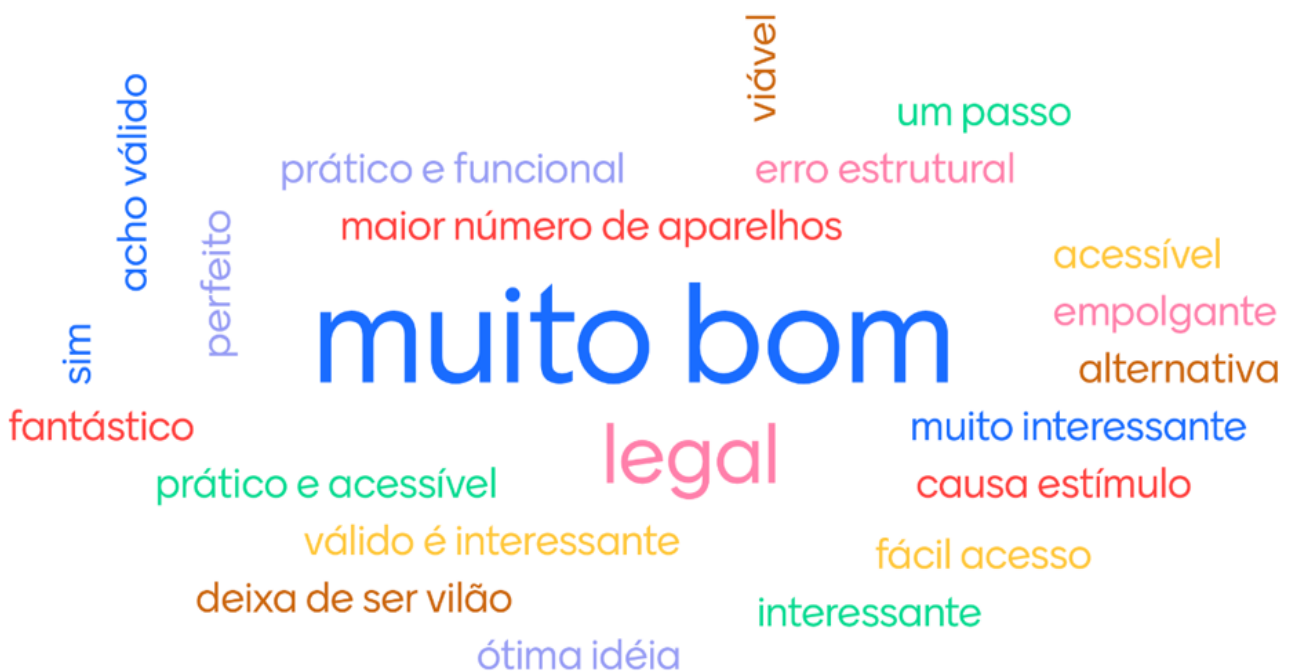


Participantes	Opinião dos participantes sobre ter aulas práticas utilizando dispositivo móvel
Alunos E.M.	<i>Uma ótima ideia; aprender visualizando é mais empolgante; é muito bom já que todos tem acesso a um celular; acho que é um passo para a estimulação dos alunos nos estudos biológicos, já que existe uma deficiência de um microscópio na maioria das escolas públicas.</i>
Universitários	<i>Válido e interessante; é necessário apenas atentar-se a posição da câmera de diferentes celulares, para não haja erro estrutural; seria muito bom, prático e acessível para a maioria das pessoas; uma alternativa viável; fantástico; acho válido. Uma vez que o aparelho celular tem se tornado um utensílio que muitos possuem.</i>
Professores	<i>Legal; muito bom, pois teremos algo que é considerado um vilão em sala de aula, agora poderia ser algo muito útil; muito bom pois da para ter um número maior de aparelhos na aula; muito interessante; sendo prático e funcional, acho perfeito.</i>

**Quadro 1** - Opinião dos participantes sobre ter aulas prática utilizando dispositivo móvel.

Oliveira e Gomes (2020) ao entrevistarem professores sobre o uso de microscópio como objeto escolar da disciplina Biologia no Colégio Pedro II (1960-1970), trazem a fala de um deles, identificado como professor A, que diz: “não é só ficar olhando no microscópio. É ligar com o mundo real...”. Por isso que pesquisas que exploram alternativas de baixo custo, para a confecção de ferramentas didáticas, deve ser conduzidas continuamente, pois estas melhoraram o ensino científico nas escolas públicas brasileiras (SILVA; ROQUE, 2020).

Os participantes construíram uma nuvem de palavras utilizando o *Mentimeter*, recurso digital para criar interações em tempo real. Nessa nuvem de palavras continha uma compilação da opinião dos mesmos quando questionados sobre terem aulas práticas utilizando dispositivo móvel (FIGURA 9).



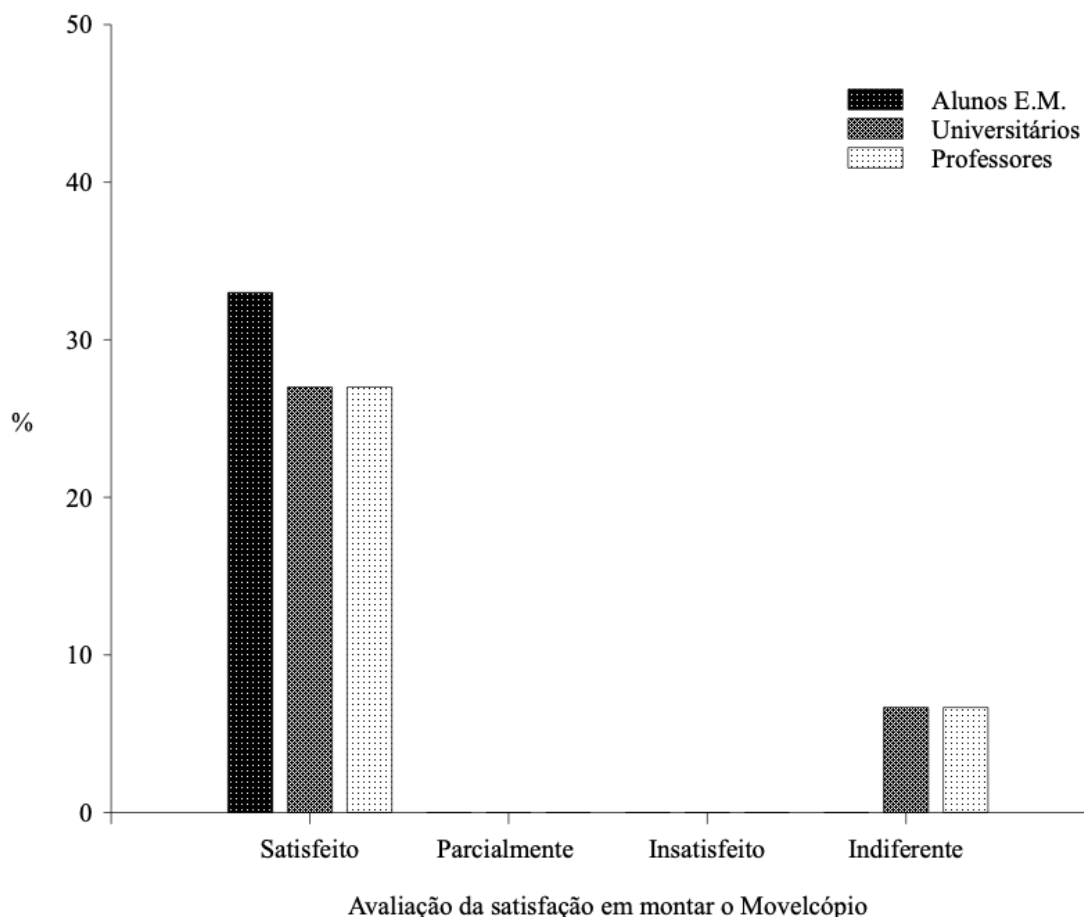
**Figura 9** – Nuvem de palavras sobre a opinião dos participantes sobre ter aulas práticas utilizando dispositivo móvel.



### 3.1 Procedimento para montagem do microscópio artesanal

O kit do Movelcópico foi levado para cada participante, separadamente. Após a leitura do manual e montagem do Movelcópico, os participantes iniciaram as práticas sugeridas no manual de práticas. Os alunos do E.M. e os universitários, demonstraram muita satisfação e prazer em participar do processo de montagem e realização das práticas. Os professores acharam interessante, contudo, sentiram um pouco de dificuldade nos ajustes. Silva *et al.*, (2020) relatam que a o processo de montagem e demonstração das estruturas microscópicas motiva os alunos a participarem das aulas deixando-os incentivando-os a apresentarem o microscópio artesanal a outros alunos. Fato observado na fala dos alunos, ao relatarem que foi uma experiência ímpar participar desse projeto. Foi possível observar que 87% dos participantes gostaram de montar o Movelcópico, enquanto para 13% a montagem foi indiferente.

Dos 87% que ficaram satisfeitos em participar do processo de montagem do Movelcópico, 33% eram alunos do E.M., seguido por 27% de universitários e 27% professores (GRÁFICO 1). De fato, os alunos do E.M. foram bem participativos e mostraram bastante entusiasmo durante a montagem, fazendo questionamentos e muitas vezes tentando relacionar alguma ferramenta do Movelcópico com a de um microscópio óptico.

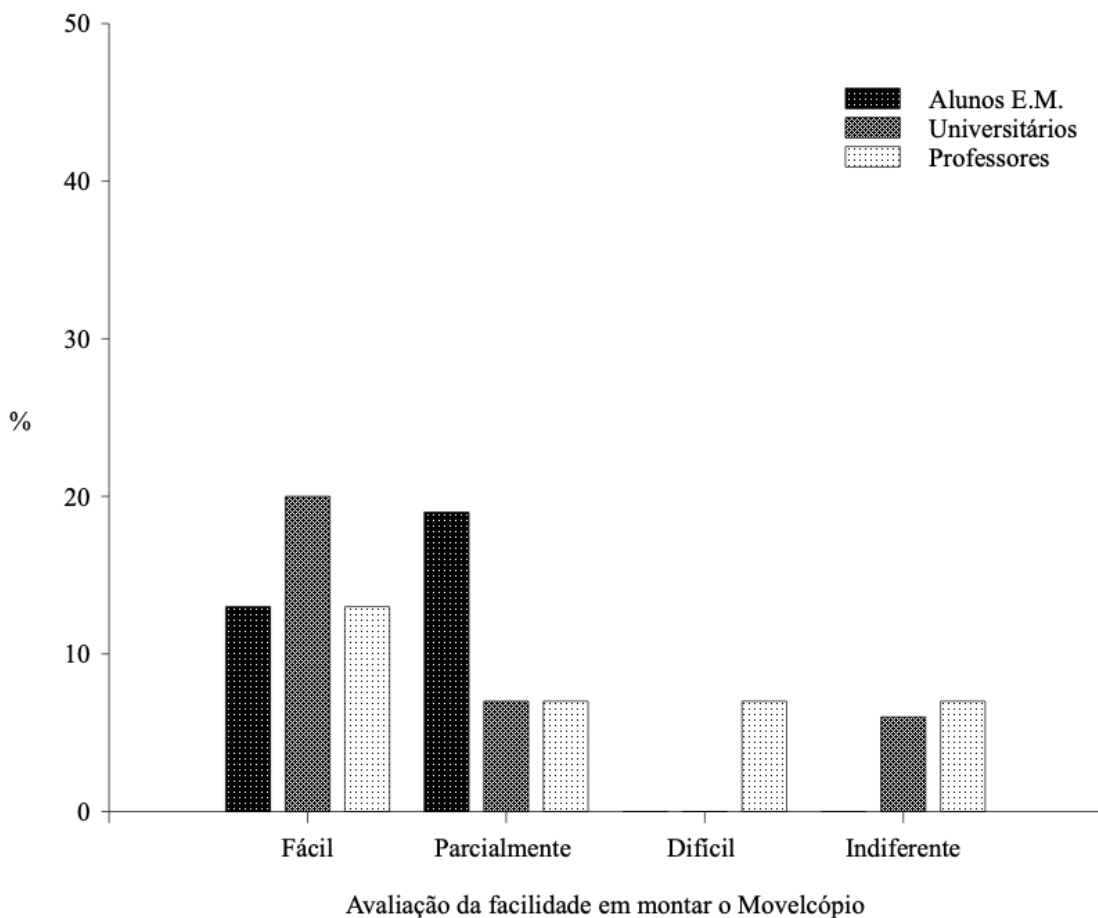


**Gráfico 1** – Avaliação da satisfação dos participantes (alunos de ensino médio; professores e universitários) sobre participar da montagem do Movelcópico.

Rosero-Toro, Villarela, Salgado e Escobar (2019) e Rodríguez (2014) também ressaltaram que os alunos que participaram da pesquisa deles foram muito participativos e que eles gostaram de construir o seu próprio microscópio artesanal, pois deixaram de ter um papel passivo e passaram a construir e questionar conceitos teóricos significativos por meio da prática.

Sobre a facilidade em montar o Movelcópico, 47% dos participantes consideraram fácil montar, entretanto 33% consideraram parcialmente fácil. Para 13% foi indiferente a montagem, enquanto para 7% foi difícil. O modelo desenvolvido por Silva e Roque (2020), corrigiu problemas relatados na literatura (SEPEL; ROCHA; LORETO, 2011), permitindo que o movimento da lente, não mova a amostra em observação.

Quando avaliados individualmente, 20% do grupo dos universitários considerou fácil montar o Movelcópico, enquanto 20% dos alunos do E.M. consideraram parcialmente fácil a montagem, já 7% dos professores consideram ser difícil montar o Movelcópico (GRÁFICO 2). Quando questionados sobre quais as dificuldades encontradas no processo de montagem, eles relataram ser no ajuste do foco, pois a posição da plataforma (3) é fator decisivo no foco.




**Gráfico 2** – Avaliação dos participantes (alunos do ensino médio, universitários e professores) quanto a facilidade em montar o Movelcópico.

Sepel, Rocha e Loreto (2011) desenvolveram um microscópio utilizando garrafa pet. A montagem é simples e a fixação vai depender do tipo de lente utilizada. Silva *et al.* (2020) desenvolveram um microscópio semelhante ao do presente trabalho, mas relataram ter problemas para posicionar a lente. Os mesmos autores desenvolveram um protótipo simples e prático de microscópio que pudesse ser acoplado na câmera do *smartphone*.

### 3.2 Movelcópio como ferramenta complementar no Ensino de Biologia (uso prático)

Doze práticas foram sugeridas para os participantes. Cada prática continha uma explicação prévia e uma fotomicrografia correspondente (FIGURA 10). Todas as práticas sugeridas foram feitas utilizando o Movelcópio e as fotomicrografias das práticas foram adicionadas no manual para servir de referência durante as práticas dos participantes. Foi solicitado a cada sujeito que registrasse em seu telefone móvel as práticas realizadas utilizando o Movelcópio.

(a)

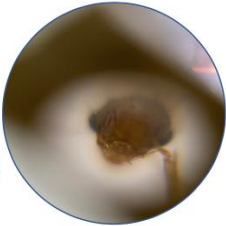


(b)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ – UECE  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
SECRETARIA DE APOIO A TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS - SATE  
UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL – UAB  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – LICENCIATURA

SUGESTÃO DE PRÁTICA	
Modalidade/Nível de Ensino	Componente curricular
Ensino Médio	Biologia
<b>PROFESSOR RESPONSÁVEL</b>	
Karolina Costa de Sousa	
<b>ASSUNTO:</b> Artrópodes	
<b>DURAÇÃO DA ATIVIDADE:</b> 10 minutos	
<b>Conhecimentos prévios trabalhados pelo professor com o aluno:</b> Conhecimentos básicos sobre Artrópodes	
<b>OBJETIVOS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despertar a curiosidade dos alunos e seu interesse científico pela pesquisa;</li> <li>• Reconhecer e identificar estruturas de uma formiga;</li> <li>• Diferenciar e conceituar conteúdos abordados em sala de aula sobre artrópodes;</li> <li>• Auxiliar os alunos na aprendizagem e melhorar aproveitamento do conteúdo programático de artrópodes;</li> <li>• Com o uso de lâminas histológicas feitas em papel A4 e fixadas com durex, os alunos serão levados a analisar e identificar as diferentes estruturas na pata de uma formiga usando um microscópio artesanal.</li> </ul>	

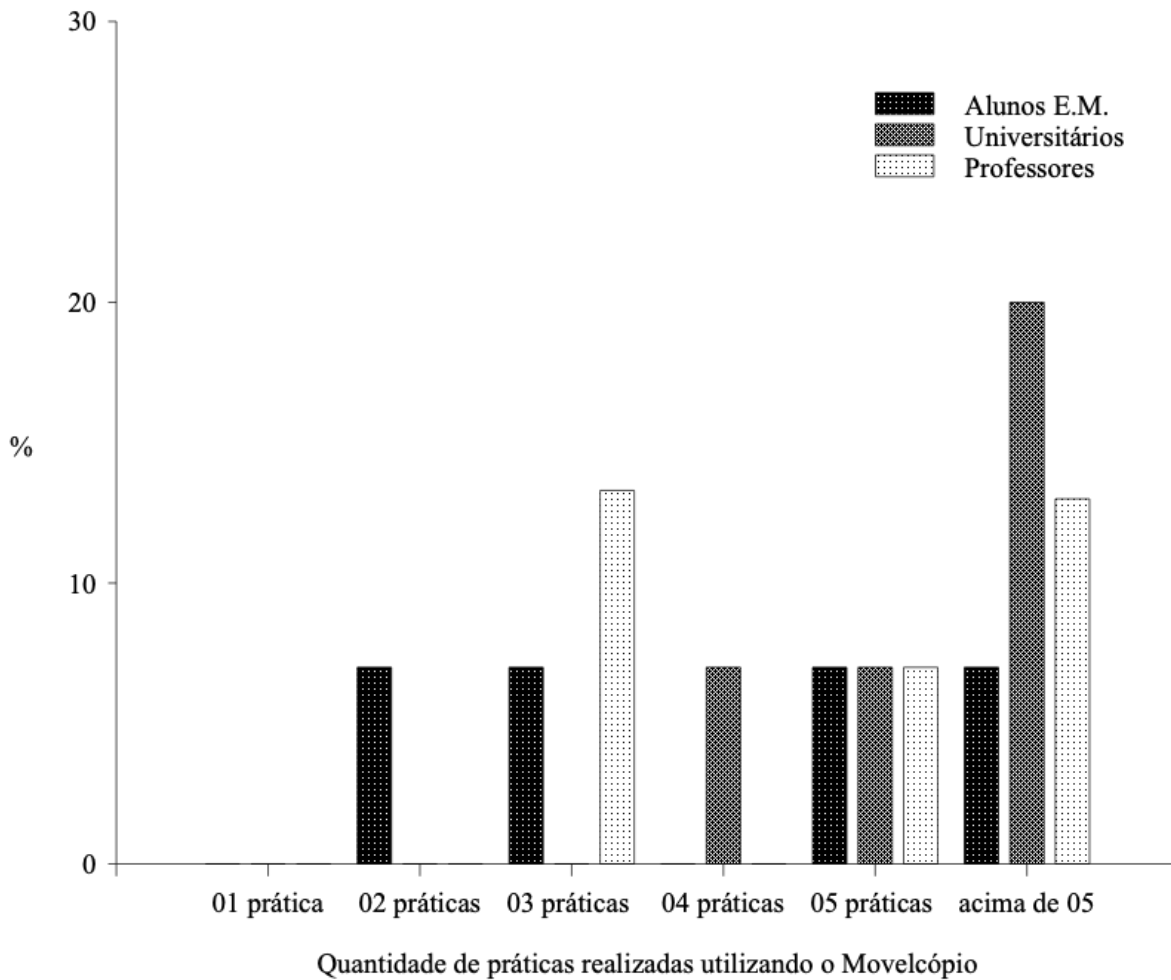
Fotomicrografia de uma formiga. Visão microscópica da cabeça de uma formiga sendo possível visualizar as antenas e olhos.



**Figura 10** – (a) Registro de uma prática de artrópodes e (b) prática sugerida com a fotomicrografia correspondente (artrópodes - Cabeça da formiga).

Das doze práticas sugeridas, 40% dos participantes fizeram acima de 05 práticas, sendo 20% universitários. Além disso, 7% dos participantes fizeram apenas duas práticas, e esse valor refere-se aos alunos do E.M. que relataram ter um pouco mais de dificuldade na realização das práticas (GRÁFICO 3).

Silva, Baltar e Bezerra (2019), utilizando um microscópio artesanal semelhante ao do presente trabalho, conseguiram visualizar diversas estruturas e organismos invisíveis a olho nu, como o nematódeo de vida livre *Protorhabditis* sp. Alunos do 9º ano, utilizando o microscópio artesanal de Dal-Bó e Diniz (2017) conseguiram visualizar células do epitélio de uma cebola.



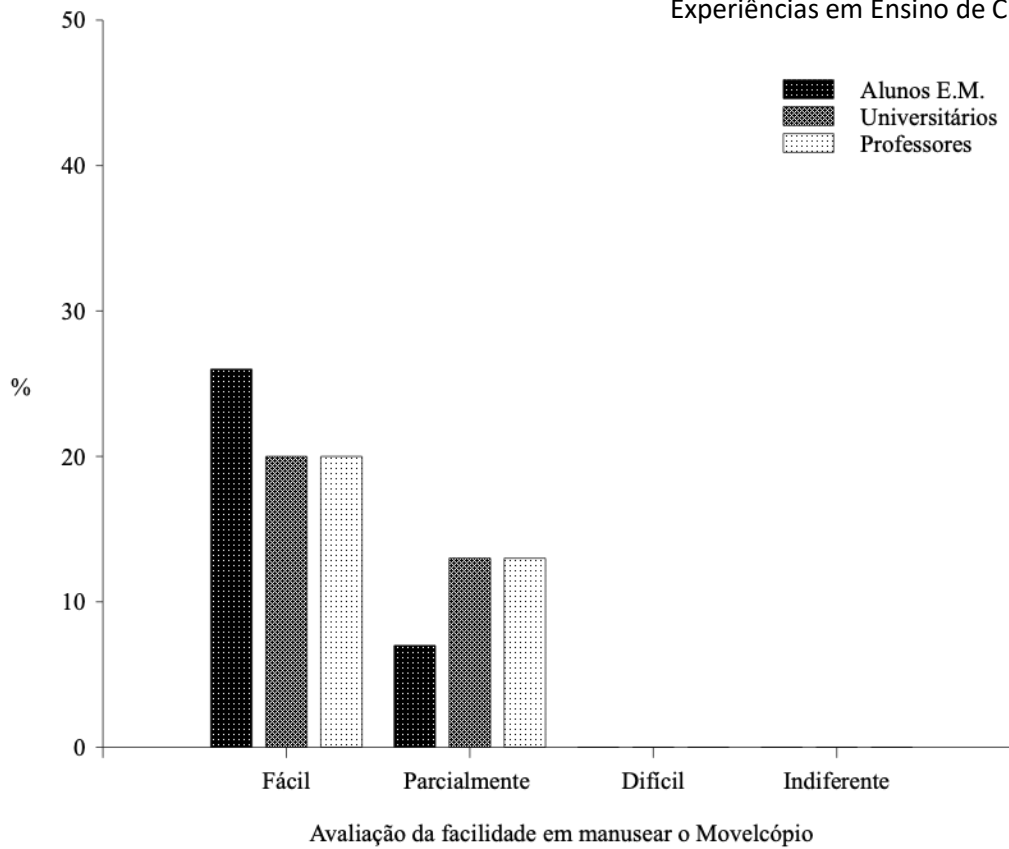
**Gráfico 3** – Quantidade de práticas realizadas pelos participantes (alunos de ensino médio; professores e universitários) utilizando o Movelcóprio.

Quando questionados sobre a facilidade em manusear o Movelcóprio, 67% consideraram ser fácil. Dos participantes que julgaram ser fácil o manuseio, 27% eram alunos do E.M., 20% universitários e 20% professores (GRÁFICO 4).

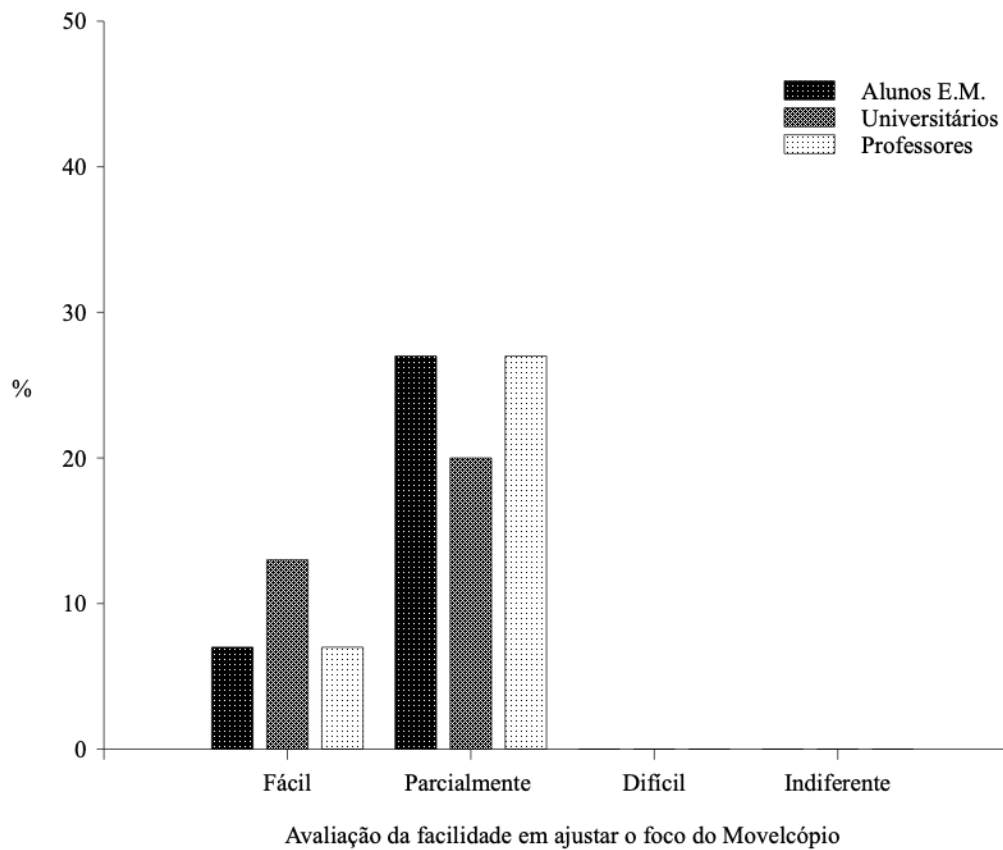
Mesmo que os sujeitos tenham relatado que o manuseio é simples e fácil, a principal dificuldade encontrada durante o uso foi ajustar o foco. 74% dos participantes sentiram dificuldade em ajustar o foco da câmera utilizando o Movelcóprio, sendo 27%, alunos E.M., 20% universitários e 27% professores (GRÁFICO 5). Os sujeitos consideraram que o ajuste do foco foi mais difícil na hora de visualizar estruturas específicas, sendo necessária alguma habilidade para realizar essa tarefa.

Dificuldades com o ajuste do foco de microscópios artesanais foram relatados na literatura. Silva (2016) usou corantes alimentícios e corantes naturais em atividades práticas experimentais e assim como Rampazzo *et al.* (2016) e tiveram êxito na visualização de células e tecidos, mas para citologia e histologia ainda é bem restrita a visualização. Silva, Baltar e Bezerra (2019) utilizaram um mecanismo de foco de um binóculo, pois esse era mais estável. No presente trabalho, os participantes relataram que um pouco mais de habilidades com a ferramenta, facilitaria no momento do ajuste do foco.





**Gráfico 4** – Avaliação dos participantes (alunos de ensino médio; professores e universitários) sobre a facilidade em manusear o Movelcópio.



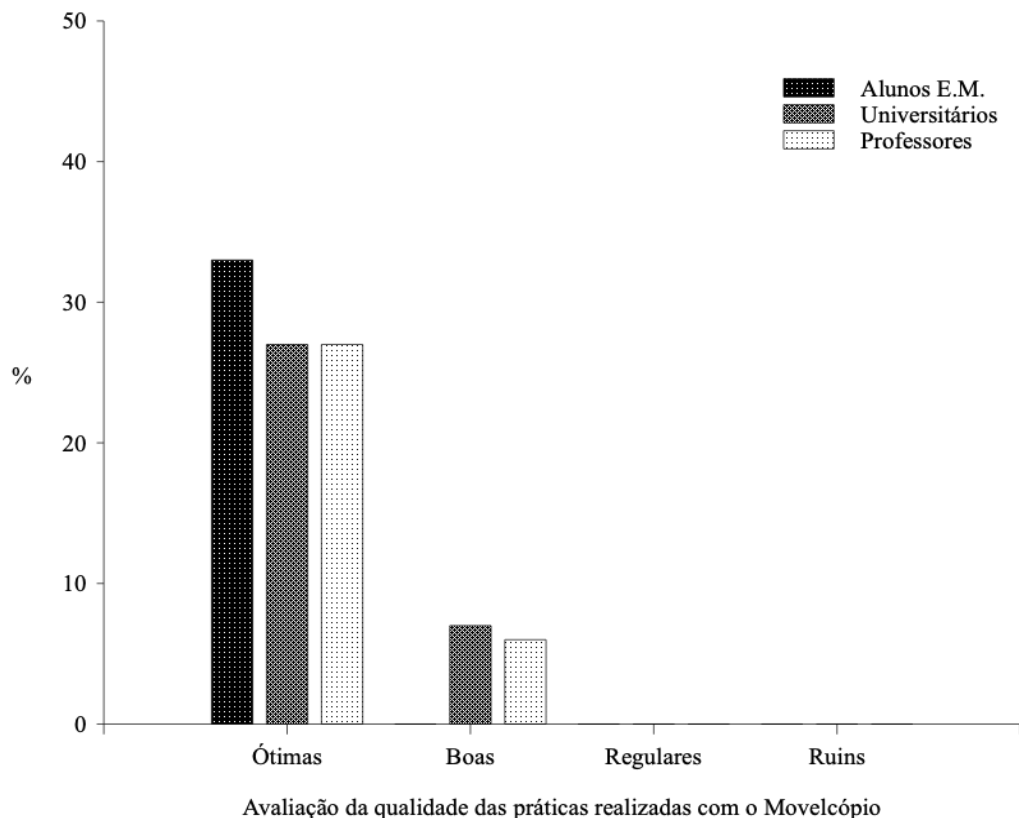
**Gráfico 5** – Avaliação dos participantes (alunos de ensino médio; professores e universitários) sobre a facilidade em ajustar o foco do Movelcópio.

Silva *et al.* (2020) também relataram dificuldade em focalizar imagens em um microscópio artesanal semelhante ao proposto neste trabalho, por isso, os autores fizeram uma segunda versão do microscópio em impressora 3D afim de corrigir o foco. Freitas, Nagem e Bomtempo (2015) avaliaram, com base nas perspectivas de licenciados em ciências biológicas, a possibilidade de um microscópio óptico alternativo baseado em um smartphone. Os licenciados consideraram ser um bom equipamento, contudo a dificuldade na focalização, a má qualidade das imagens e a fragilidade do equipamento devem ser reavaliadas.

Wallau *et al.* (2008) propôs um modelo de microscópio utilizando uma estrutura relativamente simples de suporte e foco da imagem e uma lente de "caneta a laser". Os autores alcançaram resultados significativos, contudo, relatam dificuldades com o foco. Prates, Dias e Cândido (2015) afirmam que a lente do microscópio alternativo possibilita uma ampliação do objeto observado entre 40 e 100 vezes, mas a instabilidade do foco em alguns protótipos tem sido um empecilho.

Mesmo com a dificuldade em ajustar o foco de algumas lâminas, 100% dos participantes demonstraram ter interesse em realizar mais práticas utilizando o Movelcópico e afirmam que foi possível alcançar o objetivo da aula prática. Todos os participantes consideraram o Movelcópico prático e eficiente. E, por ser construído com materiais reciclados e um aparelho celular, ele pode ser facilmente montado em sala de aula e em grandes quantidades, atendendo um maior número de alunos.

As práticas utilizando o Movelcópico foram consideradas ótimas por 87% dos participantes, sendo 33% alunos do E.M., 27% universitários e 27% professores (GRÁFICO 6). Os participantes conseguiram visualizar diversas estruturas nos organismos em estudo. Todos os participantes registraram fotomicrografias das práticas (FIGURA 11). Os alunos do E.M. enviaram as fotos para os seus colegas da escola, comprovando o interesse que esses alunos têm por aulas de microscopia.

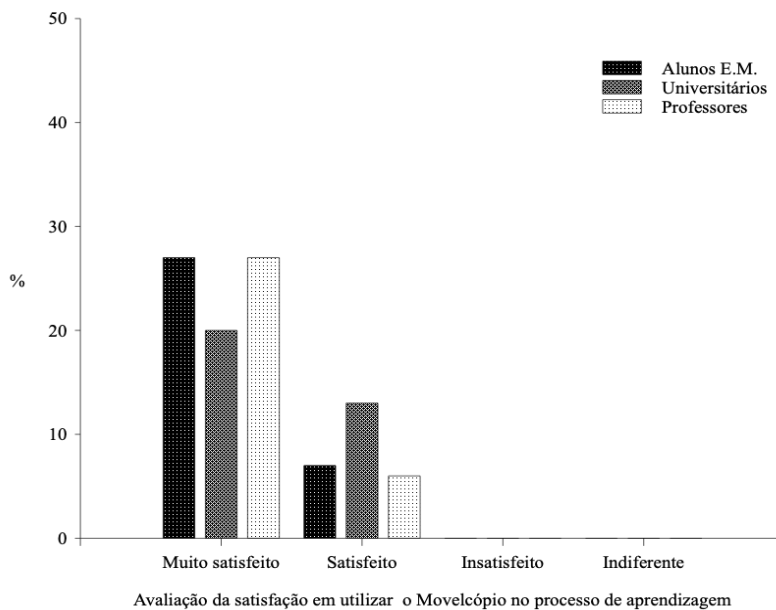


**Gráfico 6** – Avaliação dos participantes (alunos de ensino médio; professores e universitários) quanto qualidade das práticas realizadas utilizando o Movelcópico.



**Figura 11** – Fotomicrografias registradas pelos participantes. (a) Fotomicrografias registradas pelos alunos do ensino médio. (b) Fotomicrografias registradas pelos universitários. (c) Fotomicrografias registradas pelos professores.

Quanto ao processo de aprendizagem, 73% dos participantes consideraram estar muito satisfeitos com o que viram e aprenderam através do Movelcópio e 26,7% julgaram estar satisfeitos. Do grupo que se declarou muito satisfeito, 27% eram alunos do E. M., 20% universitários e 27% professores (GRÁFICO 7).



**Gráfico 7** – Avaliação dos participantes (alunos de ensino médio; professores e universitários) sobre a satisfação em utilizar o Movelcópio em seu processo de aprendizagem.

Devido à carência de aula de microscopia, esses dois grupos se mostraram bastante empolgados com a possibilidade de trabalharem em sala de aula com o Movecópio, pois essa ferramenta, apesar de simples, supre a necessidade dos alunos E.M. e de professores, pois auxiliam no processo de ensino e aprendizagem, tornando a aula mais prazerosa e divertida.

Quando questionados se eles validariam a possibilidade de utilização do Movecópio como ferramenta complementar no Ensino de Biologia, todos foram favoráveis ao uso dessa ferramenta, ressaltando o baixo custo, as diversas possibilidades de uso, a eficiência e manutenção zero da ferramenta.

Modelos de microscópios caseiros tem sido relatado na literatura. Wallau *et al.* (2008) propôs um modelo de microscópio utilizando uma “caneta a *laser*” e foi possível visualizar estruturas em nível microscópico.

Para Silva *et al.* (2020), demonstrações utilizando microscópios artesanais são muito interessantes para alunos e professores. Os alunos compreendem as estruturas microscópicas das plantas e demais elementos, e se sentem motivados a apresentarem o microscópio elaborado a outros estudantes. Já os professores ficam impulsionados a desenvolver mais atividades e ferramentas que garantam o aprendizado de seus alunos

Sepel, Rocha e Loreto (2011), utilizando materiais reciclados como garrafa pet e lentes de *D-driver* de CD, *webcam*, lente de *mouse* óptico e caneta a *laser*, montaram um microscópio que possibilitou a visualização de estruturas microscópicas, não necessitando de um *smartphone*.

Estruturas simples, como lente esférica de vidro de válvula de recipientes géis e uma estrutura de garrafa pet e papel, também podem servir como um microscópio artesanal, fato observado por Soga *et al.* (2017), mostrando diversas possibilidades simples e criativas.

Silva e Roque (2020) também alcançaram bons resultados com o microscópio artesanal feito por eles, mas assim como no modelo aqui sugerido, eles encontraram dificuldade de ajustar o foco, atrapalhando a visualização imediata. Outro problema identificado pelos autores no modelo proposto por eles foi a platina, que também dificulta a visualização imediata.

Com o Movecópio foi possível identificar diversas estruturas e organismos na casa de micrômetros, contudo essa ferramenta não substitui um microscópio profissional. Mesmo assim, esse recurso didático melhorou o estudo de conteúdos como botânica e artrópodes.

#### 4 CONCLUSÃO

O microscópio artesanal, aqui denominado Movecópio, possui potencial para ser usado em aulas práticas de Ciências e Biologia. Uma vez que os participantes se mostraram bem interessados no uso dessa ferramenta, pois fizeram alguns questionamentos, mostrando bastante curiosidade e atenção durante o uso. Adicionalmente, o aprimoramento feito em modelos anteriores, deixando-o mais simples e com menos material eletrônico conseguiu resultados satisfatórios, reproduziu a função da lente e os botões de macro e micrométrico de um equipamento profissional, mas não descarta a necessidade dele. Contudo, na ausência de microscópio na escola, por um custo de quarenta e três reais e cinquenta centavos é possível desenvolver uma ferramenta que supre a necessidade e a demanda das escolas públicas por aulas de microscopia.



## 5 REFERÊNCIAS

- Alves, N. S. F.; Moura, R. C.; Batista, C. C.; Raimam, M. P. (2013). *Microscópio óptico comum: uma ferramenta motivacional no ensino de Biologia*. In Anais da 65ª Reunião Anual da SBPC.; 16 a 17 e 21 a 26 de julho, 2013., Recife, PE. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - SBPC. 2013.
- Andrade, M. L. F.; Massabni, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: Um desafio para professores de Ciências. *Ciência & Educação*, v.17, n.4, p. 835-854, 2011.
- Borges, T. A. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 3, p. 291-313, Florianópolis, 2002.
- Bernardo, B. D. S.; Cordeiro, T. L.; Frierich, S. P.; De Pelegrin, C. M. G.; Bervian, P. V. (2017). *Relato de experiência no ensino médio: a importância das algas no ensino de ciências e biologia*. Anais IV Congresso Internacional de Educação Científica e Tecnológica, 2017.
- Boszko, C. *Microscópios com materiais alternativos: uma proposta para o ensino de microbiologia*. Oficina projeto Salão das Ciências – CAPES (Edital TI/CNPq/SECIS/MEC/CAPES N o 46/2013), Cerro Largo, RS, 2014. <https://www.upf.br/uploads/Conteudo/mostra-gaucha-produtos-educacionais/relatos-2018/MICROSCÓPIOS%20COM%20MATERIAIS%20ALTERNATIVOS%20-%20UMA%20PROPOSTA%20PARA%20O%20ENSINO%20DE%20MICROBIOLOGIA.pdf>
- Conrad, B.; Sousa, F. H. A.; Putzke, J. (2020). *Confecção de microscópios alternativos: uma nova tecnologia para alunos do ensino fundamental*. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 11, n. 3, fev. 2020.
- Dal-Bó, D.; Diniz, E. L. (2017). *Microscopia na escola pública: uma possibilidade*. II CONAPESC – Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências. Editora Realize, 2017.
- Fernandes, A. O.; Gomes, S. S. Entre o discurso e a prática docente: interfaces do Programa de Avaliação da Aprendizagem Escolar (Paae). *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 28, n. 107, p. 386-406, 2020.
- Ferreira, G.; Jardim, J. C.; Negreiros, B. C.; Mariano, W. S.; Sousa, C. F. Mapeamento, análise da estrutura e (des) uso de laboratórios de ciências nos centros de ensino médio em Araguaína – TO. *Facit Business and Technology Journal*, v. 1, n. 12, p. 10-23, 2019.
- Freitas, F. V.; Nagem, R. L.; Bontempo, G. C. (2015). *Contribuições desafios de um modelo análogo ao microscópio óptico baseado em smartphone para o ensino de Ciências*. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC Águas de Lindóia, SP: 2005 – 24 a 27 de nov., p. 1-8.
- Glaser, V.; Pierre, P. M. O.; Fioreze, A. C. C. L. Teaching-learning strategies as alternative to teach Cell Biology: continuing education for High Schools teachers in Curitiba-SC. *Revista de Ensino de Bioquímica*, v. 15, n. 2, p. 49-74, 2017.
- Instructables. \$10 Smartphone to digital microscope conversion; 2013 [Acessado em 23 apr 2020]. Disponível em: <http://instructables.com/id/10-Smartphone-to-digital-microscope-conversion/>.

- Lima, D. B.; Garcia, R. N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. *Cadernos do Aplicação*, v. 24, n. 1, Porto Alegre, 2011. DOI: <https://doi.org/10.22456/2595-4377.22262>
- Lima, G. H. P.; Fávoro, A.; Coelho, F. F. As microalgas e a vida: o micromundo fotossintetizante e alunos de ensino médio. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 10, p. 83525-83535, 2020.
- Mendonça, D. R.; Vieira, S. N. P.; De Oliveira, A. M. (2009) *O ensino de biologia com aulas práticas de microscopia: uma experiência na rede estadual de Sanclerlândia-GO*. III EDIPE – Encontro Estadual de Didática e Prática de Ensino, 2009.
- Mora-Osejo, L. E. Un modelo de estrategias integradas para la generación de capacidad científica creativa en los alumnos de los diferentes niveles del sistema educativo colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, v. 25, n. 96, p. 445- 451, 2001.
- Morin, V. L.; Lüdke, E. Ensino de histologia e anatomia do aparelho reprodutor feminino através de metodologias ativas com alunas do ensino médio: um relato de experiência. *Vivências*, v. 16, n. 30, p. 15-29, 2020.
- Oliveira, F. A. D.; Gomes, M. M. P. D. L. O Microscópio como Objeto Escolar da Disciplina Biologia no Colégio Pedro II (1960-1970). *Ciência & Educação* (Bauru), v. 26, 2020.
- Prates, G. C.; Dias, M. B.; Cândido, E. L. Microscópio alternativo de baixo custo. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – Campus Araçuaí, v. 1, p.1-6, Araçuaí, 2015.
- Putzke, J.; Possati, C. F.; Conrad, B. C.; Putzke, M. T. L. Microscópio alternativo para produção em série para trabalhos práticos com estudantes do ensino fundamental. *Revista Monografias Ambientais*, v. 19, p. 8, 2020.
- Possobom, C. C. F.; Okada, F. K.; Diniz, R. E. S. Atividades práticas de laboratório no ensino de biologia e de ciências: relato de uma experiência. *Núcleos de ensino*. São Paulo: Unesp, Pró-Reitoria de Graduação, p. 113-123, 2003.
- Rampazzo, D. F.; Vasconcelos Filho, S. C.; Rodrigues, D. A.; Rodrigues, A. A.; Rehn, L. S.; RODRIGUES, C. L. Uso de corantes extraídos de plantas em técnicas de coloração histológica. *In V Congresso Estadual de Iniciação Científica e Tecnologia do IF Goiano*, set.
- Rodríguez, C. L. Metodología de enseñanza para un aprendizaje significativo de la Histología. *Revista digital universitaria*, 2014.
- Rosero-Toro, J. H., Villarreal, L. K., Salgado, K. D., & Escobar, J. E. Uso del microscopio artesanal para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. *Biografía*, p. 1830-1837, 2019.
- Sepel, L. M. N.; Rocha, J. B. T.; Loreto, E. L. S. Construindo um microscópio II. Bem simples e mais barato. *Revista Genética na Escola*, v. 6, p. 1-5, 2011.
- Silva, D. P.; Mendes, E. L.; LoecheL, G. H. P. A.; Sezerino, F. S.; Kawano, R. R. Desenvolvimento de um microscópio alternativo em impressora 3D. *Ciência é minha praia*, v. 8, n. 1, p. 14-24, 2020.

Silva, D. R. M.; Vieira, N. P.; Oliveira, A. M. (2009). *O ensino de biologia com aulas práticas de microscopia: uma experiência na rede estadual de Sanclerlândia – GO*. III EDIPE - Encontro Estadual de Didática e Prática de Ensino, Goiânia, 2009, p. 1- 4.

Silva, J. J.; Baltazar, S. L. S. M. A; Bezerra, M. L. M. B. Experimentação em ciências com o uso de um microscópio artesanal e corante alternativo. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.14, n. 1, 2019.

Silva, M. O. (2018). *Avaliação do programa dinheiro direto na escola–escolas sustentáveis em Aracaju, Sergipe. Dissertação de Mestrado*, 63 f. Departamento de Saúde e Ambiente, Universidade Tiradentes – UNIT, Aracaju – SE, 2018.

Silva, R. G. S.; Roque, F. Aprimoramentos em um microscópio caseiro e sua eficácia para ensinar citologia básica. *Holos*, v. 4, p. 1-12, 2020.

Soga, D., Junior, R.D.P., Ueno-Guimarães, M.D. & Muramatsu, M. Um microscópio caseiro simplificado. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 39, n. 4, e 4506, 2017.

Souza, A. P. A.; da Silva, J. R., de Arruda, R. M., de Almeida, L. I. M. V., & de Carvalho, E. T. A necessidade da relação entre teoria e prática no ensino de ciências naturais. *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas*, v. 15, 2014.

Wallau, G. L.; Ortiz, M. D. F.; Rubin, P. M.; Loreto, E. L.; Sepel, L. M. Construindo um microscópio, de baixo custo, que permite observações semelhantes às dos primeiros microscopistas. *Revista Genética na Escola*, v. 03, n. 2, p. 8-10, 2008.

White, R. F. The link between the laboratory and learning. *International Journal of Science Education*, v.18, n. 7, p.761-774, 1996.

Wommer, F. G. B.; Michelotti, A.; Loreto, E. L. S. Proposta didática para o ensino de biologia celular no ensino fundamental: a história da ciência, experimentação e inclusão. *Brazilian Journal of Education, Technology and Society*, v.12, n.2, p.190-197, Abr.-Jun. 2019.