Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Diego e Silva Menezes Corrêa

Desvendando o universo microscópico com a utilização de microscópios artesanais em salas de aula

Rio de Janeiro
2019

Diego e Silva Menezes Corrêa

Desvendando o universo microscópico com a utilização de microscópios artesanais em salas de aula

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia, em Rede Nacional, na Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof.ª Dra. Karina Alessandra Morelli

Rio de Janeiro

2019

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CB-A

C824 Corrêa. Diego e Silva Menezes

Desvendando o universo microscópico com a utilização de microscópios artesanais em salas de aula / Diego e Silva Menezes Correa. - 2019.

108 f.

Orientadora: Prof.ª Dra. Karina Alessandra Morelli

Mestrado (Dissertação) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. Pós-graduação em Ensino de Biologia.

1. Microscopia – Teses. 2. Microscópio e microscopia - Técnica. 3. Materiais de ensino. 4. Biologia (Ensino médio) – Estudo e Ensino. 5. Aprendizagem (Ensino médio). I. Morelli, Karina Alessandra. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. III. Título.

CDU 53.086

Bibliotecária: Thais Ferreira Vieira _ CRB7/5302

Autorizo apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

_____ _____

Assinatura Data

Diego e Silva Menezes Corrêa

Desvendando o universo microscópico com a utilização de microscópios artesanais em salas de aula

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia, em Rede Nacional, na Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 27 de agosto de 2019.

Banca examinadora:

_____

Profª. Dra. Karina Alessandra Morelli (Orientadora)
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - UERJ

_____

Profª. Dra. Cássia Mônica Sakuragui
Universidade Federal do Rio de Janeiro

_____

Prof. Dr. Anderson Vilasboa de Vasconcellos
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - UERJ

Rio de Janeiro

2019

DEDICATÓRIA

A Deus e à minha família, que me deu forças para chegar até aqui.

A cada aluno que um dia irei lecionar, é por vocês que sangro cada dia.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Aos meus pais, que em tudo sempre me apoiaram desde o início dos meus estudos, sem eles certamente eu não poderia estar escrevendo esta folha. Peço a Deus que me dê força e sabedoria para fazer o mesmo pelos meus futuros filhos.

A minha noiva, que me ajudou em muitos momentos no que lhe era possível, sobretudo no apoio moral. Seu suporte foi, é e sempre será essencial não somente para que eu esteja aqui neste momento, mas ao longo de toda a nossa vida, assim como quase que em todos os momentos mais importantes de minha vida.

A minha orientadora, Karina Morelli, que com sua paciência inabalável soube ouvir minhas angústias ao longo de toda a caminhada e, animar quando eu queria desistir e, quando preciso, puxar minhas orelhas para que o trabalho saísse. Para mim, sua postura foi edificante.

A Comunidade Católica Shalom, a qual sou membro, que me apoiou e me incentivou para que eu pudesse galgar mais um passo em minha caminhada acadêmica.

Até aqui o Senhor nos ajudou.

1 Sm 7,12b

RESUMO

CORRÊA, Diego e Silva Menezes. *Desvendando o universo microscópico com a utilização de microscópios artesanais em salas de aula.* 2019. 108 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Biologia Roberto de Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

O conhecimento a respeito do universo microscópico permeia a realidade de todas as classes sociais e profissões, pois envolve questões básicas de cidadania como higiene, meio ambiente, produção de alimentos, prevenção e cura de doenças, e biotecnologia. Assim, é necessário o desenvolvimento de estratégias e metodologias que auxiliem o professor a ter sucesso na construção do conhecimento sobre o universo microscópico no geral com seus alunos. A utilização de microscópios ópticos compostos em aulas para o ensino médio encontra obstáculos, como valor e manutenção do equipamento, necessidade de lâminas de vidro e processos complexos de coloração. No presente trabalho foi avaliada a utilização de microscópios artesanais como ferramenta didática para o ensino de conteúdos relacionados ao universo microscópico, como alternativa aos equipamentos tradicionais. A partir desta avaliação foram gerados dois produtos: um novo modelo de microscópio artesanal, e um manual didático que detalha a construção de quatro modelos de microscópios artesanais e propõe novas possibilidades para a utilização destas ferramentas. O manual contempla também uma seleção de amostras e métodos de coloração que podem ser utilizados em sala de aula, além de sugestões de aplicação dentro do conteúdo de Ensino Médio, tomando por base o Currículo Básico de Estado do Rio de Janeiro e a nova Base Nacional Comum Curricular aprovada recentemente. A validação dos produtos foi feita a partir de um *workshop* voltado para alunos de licenciatura e de pós-graduação em biologia, além de professores da rede pública e privada de ensino. A partir da utilização do manual, os participantes puderam confeccionar e testar os modelos com as amostras sugeridas, e os métodos de coloração propostos, tendo posteriormente avaliado positivamente tanto o novo modelo de microscópio, quanto o manual didático, por meio de um questionário. Diante disso, acreditamos que este trabalho pode contribuir na popularização da ciência, no desenvolvimento de uma aprendizagem significativa por meio de aulas práticas e de uma abordagem investigativa.

Palavras-chave: Aulas práticas. Microscopia. Biodiversidade escondida.

ABSTRACT

CORRÊA, Diego e Silva Menezes. *Desvendando o universo microscópico com a utilização de microscópios artesanais em salas de aula.* 2019. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Instituto de Biologia Roberto de Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

Knowledge about the microscopic universe permeates the reality of all social classes and professions, as it involves basic citizenship issues such as hygiene, environment, food production, disease prevention and cure, and biotechnology. Thus, it is necessary to develop strategies and methodologies that help the teacher succeed in building knowledge about the microscopic universe in general with his students. The use of compound optical microscopes in high school classes encounters obstacles such as equipment value and maintenance, the need for glass slides and complex staining processes. The present work evaluated the use of handcrafted microscopes as a didactic tool for teaching contents related to the microscopic universe, as an alternative to traditional equipment. From this evaluation, two products were generated: a new artisanal microscope model, and a didactic manual that details the construction of four artisanal microscope models and proposes new possibilities for the use of these tools. The manual also includes a selection of samples and coloring methods that can be used in the classroom, as well as suggestions for application within the High School content, based on the Rio de Janeiro State Basic Curriculum and the new National Base. Common Curriculum recently approved. The validation of the products was made from a workshop aimed at undergraduate and graduate students in biology, as well as teachers from public and private schools. From the use of the manual, the participants were able to make and test the models with the suggested samples and the proposed staining methods, having subsequently positively evaluated both the new microscope model and the didactic manual by means of a questionnaire. Therefore, we believe that this work can contribute to the popularization of science, the development of meaningful learning through practical classes and an investigative approach.

Keywords: Practical classes. Microscopy. Hidden biodiversity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Microscópio "Canhão laser". 30
Figura 2 – Esquema de montagem do modelo.....31
Figura 3 – Processo de retirada da “lente” esférica.....32
Figura 4 – Suporte da "lente" sendo montado.....334
Figura 5 – Retirada das lentes do drive de CD.....355
Figura 6 – Microscópio "Olhar digital": smartphone+lente.....355
Figura 7 – Microscópio "olhar digital" sendo utilizado. 366
Figura 8 – Webcam e retirada da lente. 377
Figura 9 – Microscópio "Olhar digital II" montado.....388
Figura 10 – Materiais necessários.....399
Figura 11 – Parte superior do suporte sendo montada. 40
Figura 12 – Parte inferior do suporte sendo montada. 40
Figura 13 – Processo de montagem da estrutura do microscópio a partir da webcam.....41
Figura 14 – Processo final de montagem do microscópio. 42
Figura 15 – Microscópio ligado a um notebook. 42
Figura 16 – Obtenção das lâminas adaptadas. 43
Figura 17 – Ripas de caixote para confecção do suporte do "microcamscópio". 44
Figura 18 – Parte superior do suporte com a “ripa B” visto em ambos os lados. ...455
Figura 19 – Porca borboleta colada no parafuso e parte superior do suporte.....466
Figura 20 – Parafuso "macrométrico" inserido na parte superior do suporte. 477
Figura 21 – Parte inferior do suporte sendo montada. 488
Figura 22 – Lente da Webcam sendo invertida e fixada novamente.....488
Figura 23 – Parte inferior do suporte vista de cima + Webcam adaptada. 499
Figura 24 – "Microcamscópio" acoplado conectado ao notebook. 499
Figura 25 – Microscópio “Canhão laser” sendo testado. 566
Figura 26 – Válvulas e borrifadores utilizados para a retirada das "lentes".....588
Figura 27 – Observação de células de cebola. 599
Figura 28 – Células de mucosa bucal coradas com azul de metileno.....60
Figura 29 – Epitélio de cebola e células de mucosa bucal.....61
Figura 30 – Observação de células de cebola com núcleos evidentes. 63

Figura 31 – Células de cebola com aumento de 100X e 400X.....63
Figura 32 – Corte histológico vegetal de um exemplar não identificado. 64
Figura 33 – Larva de Chironomidae vista com o microscópio "Olhar digital II". 65
Figura 34 – Rotífero visto com o microscópio "Olhar digital II".....66
Figura 35 – Microscópio em funcionamento observando células de epitélio de cebola.....67
Figura 36 – Amostra de leveduras sem processo de coloração.....69
Figura 37 – Amostras de leveduras coradas.....69
Figura 38 – Observação de um corte histológico de alecrim.....70

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Perfil dos participantes I 73
Gráfico 2 – Perfil dos participantes II 74
Gráfico 3 – Avaliação dos modelos 76
Gráfico 4 – Avaliação da qualidade das instruções do manual 77
Gráfico 5 – Avaliação do *Workshop* 78

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CD	*Compact Disc* – Disco compacto
COEP	Comitê de Ética e Pesquisa
DVD	*Digital Versatile Disc* – Disco digital versátil
EVA	*Ethil Vinil Acetat* – Etileno acetato de vinila
FioCruz	Fundação Instituto Oswaldo Cruz
HPLC	Laboratório de Genética Pesqueira e da Conservação
LASER	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation - amplificação da luz por emissão estimulada de radiação
LED	*Light Emitting Diode* – Diodo emissor de luz
LEIP	Laboratório de Estudos Integrados em Protozoologia
MEC	Ministério da Educação
PCN's	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Novo Ensino Médio
PET	*Polyethylene Terephthalate* – Poli tereftalato de etila
ProfBio	Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
USB	*Universal Serial Bus* – Porta universal

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	14
1	**REVISÃO DA LITERATURA**	17
1.1	**Bases curriculares: conteúdo de microbiologia e percepção do universo microscópico**	17
1.2	**Microscópios artesanais**	18
2	**REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO**	21
2.1	**Aulas práticas como ferramentas para a aprendizagem significativa**	23
2.2	**O Universo microscópico e a aprendizagem significativa**	25
3	**METODOLOGIA**	27
3.1	**Revisão de literatura e seleção dos modelos de microscópios artesanais**	27
3.2	**Construção dos modelos selecionados**	27
3.2.1	"Canhão *laser*"	28
3.2.2	"Lente de vidro transparente"	31
3.2.3	"Olhar digital"	34
3.2.4	"Olhar digital II"	36
3.2.5	"Lente de *webcam* acoplada a um computador"	38
3.2.6	"Microcamscópio"	43
3.3	**Conjunto de amostras**	49
3.3.1	Água de córregos	50
3.3.2	Fermento biológico	50
3.3.3	"Água de bromélia"	50
3.3.4	Cultura de *Tetrahymenna sp.*	51
3.3.5	Mucosa bucal	51
3.3.6	Epitélio de cebola (*Allium cepa*)	51
3.3.7	Cortes histológicos botânicos	52
3.4	**Coloração**	52
3.5	**Manual "Universo microscópico"**	53
3.6	**Validação do Manual: *Workshop* "Universo microscópico"**	53

4	**RESULTADOS E DISCUSSÃO**	55
4.1	**Testes no laboratório**	55
4.1.1	Microscópio “Canhão *laser*”	55
4.1.2	Microscópio “Lente de vidro transparente”	57
4.1.3	Microscópio “Olhar digital”	58
4.1.4	Microscópio “Olhar digital II”	62
4.1.5	Microscópio “*webcam* (lente invertida) + computador”	66
4.1.6	“Microcamscópio”	68
4.1.7	Testes de coloração	71
4.2	**Validação do Manual: *Workshop* “Universo Microscópico”**	72
4.2.1	Questionário: Sondagem do perfil dos participantes	73
4.2.2	Questionário: Potencial da ferramenta “microscópio artesanal”	75
4.2.3	Questionário: Avaliação dos modelos	75
4.2.4	Questionário: Avaliação do manual	77
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
	REFERÊNCIAS	81
	APÊNDICE A – Questionário de avaliação do *workshop*	87
	APÊNDICE B – Manual didático “Universo Microscópico”	89
	ANEXO A – Termo de consentimento livre e esclarecido	103
	ANEXO B – Folha de rosto para a submissão do Projeto ao COEP	104
	ANEXO C – Parecer consubstanciado do COEP – ProfBio – UERJ	105

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A percepção da vida e dos seres vivos vai muito além do que aquilo que conseguimos enxergar com os nossos olhos. A curiosidade tornou possível a descoberta de um mundo microscópico, além da elaboração de teorias fundamentais à Biologia, por meio da utilização de aparelhos microscópios capazes de tornar visível este mundo (SEPEL, ROCHA e LORETO, 2011). Como exemplo, temos a primeira observação de uma célula que ocorreu em 1665, pelo inglês Robert Hooke. Porém, a constatação de que todos os seres vivos são constituídos por células só ocorreu no século XIX (NASCIMENTO, 2016), mostrando que as descobertas científicas vão acontecendo de forma gradativa por meio da curiosidade.

Inserido neste caminho gradativo, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) para o Ensino Médio (BRASIL, 1998), na parte que trata sobre as Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, uma das competências e habilidades a serem desenvolvidas em Biologia é a de descrever processos e características do ambiente ou de seres vivos, observados em microscópio ou a olho nu. Neste sentido, são estabelecidos modelos para a compreensão das estruturas microscópicas dos seres, bem como do seu desenvolvimento.

Paralela a esta necessidade, uma das principais adversidades do ensino de Biologia, com bem aponta Villani (2007), é o fato de que a ciência e a tecnologia evoluem em uma velocidade crescente, enquanto o conhecimento adquirido pela maior parte dos estudantes não caminha junto de modo a atender as novas demandas advindas dessas transformações. Como resultado, o déficit entre o que os estudantes aprendem e aquilo que a sociedade espera que eles sejam capazes de fazer é cada vez maior. Assim, a utilização de informação atual e métodos contemporâneos se faz necessária em qualquer área desta disciplina.

Ainda nesse sentido, um dos pontos mais desafiadores dentro do ensino de Biologia é trabalhar a percepção da vida microscópica. A microbiologia, por exemplo, disciplina que intercorre o conteúdo de Ciências Naturais em todos os níveis de ensino, estando presente nos eixos temáticos do ensino fundamental "Vida e Ambiente", "Ser humano e Saúde" e "Tecnologia e Sociedade", e que se apresenta de forma plural na disciplina de Biologia do ensino médio, sendo abordada dentro dos conteúdos Biologia celular, Ecologia, Evolução, Saúde Pública, Genética e

Biotecnologia, é constantemente negligenciada por falta de equipamentos e práticas didáticas que auxiliem os professores a trabalhar esse conteúdo. Quando o tema é abordado, quase sempre está relacionado à agentes transmissores de doenças, porém, segundo Cassanti et al. (2008), apenas 2% das bactérias são patogênicas ao homem. De fato, a microbiologia é um assunto de grande importância no âmbito da saúde, mas não só. Este fato revela uma necessidade de se trabalhar conteúdos relacionados de forma mais ampla e significativa.

O documento dos PCN's para o Ensino Médio explicita que para promover um aprendizado ativo, que, especialmente na Biologia, realmente transcenda a memorização de nomes de organismos, sistemas ou processos, é importante que os conteúdos se apresentem como problemas a serem resolvidos com os alunos (BRASIL, 1998) identificando já neste período a importância de um protagonismo do aluno no processo de aprendizagem.

Uma forma de promover este aprendizado ativo no âmbito do universo microscópico é a partir de aulas práticas utilizando, por exemplo, os recursos de microscopia, assim como apontaram os PCN's. Porém, de acordo com Soga et al. (2017), a utilização de microscópios ópticos compostos em aulas esbarra em algumas dificuldades. Um microscópio didático comercial não é tão barato e o seu uso ainda requer energia elétrica, manutenção, amostras, lâminas de vidro, etc. Os próprios Parâmetros Curriculares Nacionais para o Novo Ensino Médio (PCN+) ressaltam a importância de reconhecer os obstáculos para o cumprimento dos objetivos educacionais propostos, sendo um deles a insuficiência estrutural e de pessoal das escolas atuais que, junto com outros fatores, resultam no desinteresse e no baixo desempenho dos alunos. (BRASIL, 2017)

Os PCN+ propõe uma formação com tal ambição que exija métodos de aprendizado compatíveis, ou seja, condições efetivas para que possam defrontar-se com problemas, compreendê-los e enfrentá-los (BRASIL, 2017). Uma abordagem viável em termos financeiros e rica na produção de conhecimento, é a utilização da microscopia artesanal como ferramenta de ensino e aprendizagem.

Parte-se assim da seguinte hipótese: "A construção e a utilização de microscópios artesanais em sala de aula através de aulas práticas, à luz da aprendizagem significativa irá contribuir para favorecer o estímulo, a curiosidade, o interesse dos alunos e principalmente, a aprendizagem dentro do universo microscópico".

Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a utilização de microscópios artesanais como ferramenta didática para o ensino de microbiologia e do universo microscópico, gerando como produtos um novo modelo de microscópio e um manual didático contendo instruções para utilização desta ferramenta. Para tanto, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

a) Avaliar alguns dos principais modelos de microscópios artesanais existentes na literatura quanto à sua funcionalidade para prática didática e selecionar os melhores modelos (a depender do objetivo proposto para aula);
b) Selecionar um conjunto de amostras biológicas que melhor se adeque à prática didática, de acordo com o conteúdo a ser trabalhado, e que permita a identificação de alguns grupos de microrganismos como protozoários e fungos, microeucariotos, além de estruturas celulares, etc. ;
c) Propor métodos de coloração, de baixo custo e seguros para manuseio em sala de aula, para melhor visualização e compreensão dos organismos estudados;
d) Elaborar um novo modelo de microscópio artesanal que supra as limitações encontradas nos modelos testados;
e) Elaborar um manual didático, aqui denominado “Universo Microscópico”, que compilará todas as informações para construção de microscópios artesanais, obtenção de amostras, colorações e conteúdo a ser trabalhado;

1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Bases curriculares: conteúdo de microbiologia e percepção do universo microscópico

O documento dos PCN's+ (BRASIL, 2017) propõe que sejam desenvolvidas como competências em Biologia, dentre outras, a de elaborar comunicações orais ou escritas como relatórios e pequenas sínteses, utilizando linguagem específica para descrever com precisão fenômenos biológicos e características dos seres vivos observados ao microscópio, como a estrutura básica de uma célula ou de um microrganismo.

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio (BRASIL, 2018), homologada pelo MEC no final de 2018, o termo competência pode ser definido como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho.

No currículo básico que se trabalha no Ensino Médio, em Biologia, nas escolas estaduais do Rio de Janeiro existem algumas habilidades e competências que se enquadram na justificativa deste trabalho.

No currículo básico, Rio de Janeiro (2012), do 1º ano do Ensino Médio, já no primeiro bimestre, onde o foco é denominado Origem da vida, é ressaltada a importância de o aluno reconhecer a célula como unidade morfofisiológica de todas as formas de vida. No quarto bimestre, onde o foco é a Diversidade dos seres vivos, dentre outras habilidades e competências, o aluno deve reconhecer a diversidade de seres vivos no planeta, inclusive os microscópicos relacionando-os aos seus modos de vida e a seus hábitats.

No currículo do 2º ano do Ensino médio, Rio de Janeiro (2012), é possível perceber que tanto no 2º bimestre quanto no 3º bimestre, onde em ambos o foco é a manutenção dos sistemas multicelulares, são trabalhados conceitos que envolvem a biologia celular animal e vegetal, no que se refere à diversidade de tipos celulares, e a microbiologia no que diz respeito a relação da microbiota com os seres

multicelulares, inclusive o ser humano, tanto no quesito benéfico e mutualístico quanto no quesito do desequilíbrio desta relação e os consequentes danos à saúde.

Segundo a BNCC para o Ensino Médio (BRASIL, 2018) existem diversas ações que objetivam assegurar as aprendizagens essenciais para cada etapa. Estas ações, de acordo com o documento, devem: i) contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos; ii) conceber e pôr em prática situações e procedimentos para motivar e engajar os alunos nas aprendizagens; iii) selecionar, produzir, aplicar e avaliar recursos didáticos e tecnológicos para apoiar o processo de ensinar e aprender.

Em uma outra perspectiva que contrasta com essas ações propostas, e, as aproximando dos objetivos deste trabalho, Wallau *et al*. (2008) e Soga *et al.* (2017) destacam que a utilização de microscópios ópticos compostos em aulas para o ensino médio encontra diversos obstáculos, como valor e a manutenção do equipamento, dentre outros problemas não citados, mas que surgem concomitantemente como a necessidade de lâminas de vidro e processos complexos de coloração. É importante reconhecer esses obstáculos para o cumprimento dos objetivos educacionais propostos, e buscar alternativas viáveis para superá-los.

1.2 Microscópios artesanais

Durante a execução do trabalho foi percebido que muitos modelos de microscópios artesanais já haviam sido descritos em artigos e em diversos canais de divulgação científica. Neste tópico são destacados os principais trabalhos encontrados dentro desta temática, os quais foram divididos em quatro grupos, de acordo com o tipo de lente utilizada.

O primeiro grupo de trabalhos descreve microscópios que usam uma gota d'água funcionando como uma espécie de lente biconvexa, que ao ser transpassada por um feixe de luz torna-se capaz de aumentar a imagem da amostra. Myint (2001) usou a gota d'água como uma "lente" em uma estrutura acrílica disposta entre a amostra observada e os olhos. Costa *et al*. (2017) observou cristais colocados no interior do bulbo de uma lâmpada usando a mesma técnica e outros autores como

Dias (2012), Castro (2013), Lorette *et al*. (2015), Curvo e Santos (2016) e Diehl, Bobrowsky e Silva (2017) descreveram e utilizaram modelos semelhantes baseados em Planinsic (2001), que utilizando um apontador *laser* astronômico e atravessando a gota d'água/amostra com o feixe *laser* projeta na parede uma imagem ampliada virtual e invertida do conteúdo da gota.

O segundo grupo de microscópio caseiro foi descrito por Soga et al. (2017), que utiliza como lente uma pequena esfera de vidro transparente juntamente com uma estrutura bem simples capaz de ampliar estruturas que passam desapercebidas a olho nu.

O terceiro grupo de trabalhos utiliza uma lente localizada no interior de apontadores *laser* ou de *drivers* de CD ou DVD. Wallau *et al*. (2008) e Sepel, Rocha e Loreto (2011) descrevem um microscópio bem simples de ser construído utilizando uma lente de um apontador *laser* acoplada a uma estrutura feita com o gargalo de uma garrafa PET. Sepel, Loreto e Rocha (2009) utilizam ainda a lente de um apontador *laser,* porém com uma estrutura semelhante ao usado por Leeuwenhoek em seus experimentos. Prates (2015) também descreveu a construção e a utilização de um microscópio que utiliza a lente de um apontador *laser*, porém com uma estrutura diferente feita de plástico e outros materiais de baixo custo. Furtado e Sabino (2017) descrevem em seu manual um microscópio que também utiliza uma lente retirada de um apontador *laser*, porém com uma estrutura mais elaborada utilizando parafusos, placas de acrílico e madeira. Zea (2016) e Costa *et al*. (2017) já descrevem a construção e a utilização de modelos que dispõe de uma lente de um apontador *laser* ou retiradas de *drivers* de CD ou de DVD acopladas e alinhadas à câmera de um *smartphone.*

Um quarto grupo de trabalhos utiliza câmeras de computador, *webcams*, para obter o aumento das amostras. Singh *et al*. (2015) descrevem a construção e utilização de um modelo de microscópio que utiliza uma *webcam* conforme mencionado anteriormente juntamente com uma estrutura de suporte de metal tanto para a amostra quanto para a *webcam.* O canal de comunicação Manual do Mundo (2016) também descreveu um modelo que utiliza como suporte para a câmera e para a amostra papelão ou capa dura de caderno, além de parafusos e elásticos. Por fim, Brito (2017) descreveu, construiu e testou ainda um modelo utilizando lentes de relojoeiro e lentes acrílicas para obter aumento em suas amostras.

Soga *et al.* (2017) destacam ainda que tanto o uso quanto a construção em si de um microscópio artesanal em sala de aula possuem um caráter de atividade didática e que tais atividades podem ser consideradas como formas de instrumentalizar o ensino.

2. REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

Foi tomado como base teórica de aprendizagem para o desenvolvimento deste trabalho o conceito de aprendizagem significativa proposto por David Ausubel (1918-2008), especialmente sob a ótica de um dos maiores estudiosos desta teoria no Brasil que é Marco Antonio Moreira, especialista em ensino de física. A aprendizagem significativa descrita por Ausubel é uma teoria global do desenvolvimento ou da aprendizagem que se dá dentro do contexto cognitivista-construtivista do ensino.

> Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Isto é, nesse processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de ‘conceito subsunçor’ ou, simplesmente, ‘subsunçor’, existente na estrutura cognitiva de quem aprende. (Moreira, 1999b, p. 11)

O trecho destacado acima, pode-se apresentar como um resumo da ideia central da teoria Ausubeliana. Como afirma Ausubel (2003, p.16), “a tremenda eficácia da aprendizagem significativa reside em duas características principais da mesma – não arbitrariedade e substantivação.” É importante, então, que entendamos esses dois conceitos elencados anteriormente, além do conceito de “subsunçor”.

Para Moreira (2011b), interpretando a teoria de Ausubel, substantividade é quando o conceito incorporado à estrutura cognitiva do aluno é o significado do novo conhecimento e não precisamente, as palavras usadas para expressar esse conceito. Em outras palavras um mesmo conhecimento pode ser passado e repassado de diferentes maneiras, em termos de expressão, mas se mantém em termos de significado.

Segundo o mesmo autor, não-arbitrariedade é quando o material potencialmente significativo se relaciona com o conhecimento prévio do aluno de forma não-arbitrária, ou seja, o aluno esteja disposto a aprender. Para isso, na teoria ausubeliana existe uma hierarquia, uma organização estruturada no processo de armazenamento de informações em quem aprende, sendo denominada estrutura cognitiva. Para que o indivíduo possa aprender uma nova informação é fundamental que ele já tenha conhecimentos prévios relevantes e pré-existentes na estrutura

cognitiva, na qual esta nova informação irá interagir e se utilizar desses como “ancoradouros” e se fixar em sua estrutura cognitiva onde esta relação construída deve necessariamente fazer sentido na mente do aluno. As informações prévias na qual a nova informação interage e se fixa é denominada na teoria de Ausubel, subsunçores. (AUSUBEL, 2003; LARA e SOUSA, 2009)

> A atenção de Ausubel, está constantemente voltada para a aprendizagem, tal como ela ocorre na sala de aula, no dia a dia da grande maioria das escolas. Para ele, o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (cabe ao professor identificar isso e ensinar de acordo). Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem dessa forma, como ponto de ancoragem as novas ideias e conceitos. (Moreira, 2011a, p. 160)

Ao tratar especificamente da aprendizagem significativa, são necessárias três condições para que o indivíduo aprenda de maneira significativa. Em primeiro lugar, o aluno tenha condições cognitivas, ou seja, conforme citado acima este tenha os subsunçores adequados na qual a nova informação tenha onde se ancorar. Em segundo lugar, o material seja potencialmente significativo, seja relacionável ou incorporável à estrutura cognitiva do aluno, de maneira não-arbitrária e não-literal. Em terceiro lugar, o aluno deve se mostrar pré-disposto a aprender de maneira livre e concreta para que a partir dos seus subsunçores, a nova informação venha a ser fixada. (MOREIRA, 1999a; LARA e SOUSA, 2009)

Pelizzari *et al*. (2002) podem complementar o pensamento quando afirmam, que o aluno muitas vezes por não conseguir ligar novas informações aos seus subsunçores aprendem de forma mecânica, e não de maneira significativa. Aprendem de forma isolada e decorada e, como resultado, acabam esquecendo pouco tempo depois ou ainda, não dão nenhum sentido ao que foi aprendido. Para se trabalhar a microbiologia no ensino médio e propor o produto tomamos como referência os subsunçores vistos no ensino fundamental como o conceito de microrganismos, seus modos de vida, além de sua relevância econômica, ecológica e para a saúde dos seres humanos. (BRASIL, 1997)

Falando a respeito dos eixos de aprendizagem dessa teoria a aprendizagem pode se dar por meio de uma descoberta e como bem aponta Pelizzari (2002, p.39) “quanto mais se aproxima do pólo de aprendizagem por descoberta, mais esses

conteúdos são recebidos de modo não completamente acabado e o aluno deve defini-los ou 'descobri-los' antes de assimila-los".

Oposta à aprendizagem significativa temos a aprendizagem mecânica, que é a mais comum nas escolas e se caracteriza pela memorização de conteúdo, sem que estejam atrelados a si significado algum, que é extremamente criticada na teoria de Ausubel. Sobre isso concluímos esta seção com a afirmação de Moreira que pode ilustrar ainda mais esta oposição.

> Quando o material de aprendizagem é relacionável à estrutura cognitiva somente de maneira arbitrária e literal que não resulta na aquisição de significados para o sujeito, a aprendizagem é dita mecânica ou automática. A diferença básica entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica está na relacionabilidade à estrutura cognitiva: não arbitrária e substantiva versus arbitrária e literal. (Moreira, 2011b, p.26)

2.1 Aulas práticas como ferramentas para a aprendizagem significativa

Segundo Moreira (1999a), Ausubel indica três vias para que se promova a aprendizagem, de uma forma geral. São elas: a cognitiva, a afetiva e a psicomotora. A aprendizagem cognitiva se dá como resultado do armazenamento sistematizado de informações na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem afetiva relaciona-se com sentimentos gerados em quem aprende. Já a aprendizagem psicomotora depende do treino e exercício muscular, por meio dos movimentos. Porém, para Ausubel, essas três vias de aprendizagem podem ocorrer de forma concomitante e conjunta, contudo se interessa primordialmente pela aprendizagem cognitiva.

Nesse contexto há um ponto de encontro entre a teoria de Ausubel no que tange ao exercício e a afetividade (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980) e a teoria de Vigotski (1998) e à relação que o indivíduo estabelece com o social, ambas as teorias se estabelecem dentro do eixo cognitivista-construtivista do ensino. Para Vigotski, o desenvolvimento do indivíduo se dá por meio da mediação com o meio em que se está, a qual ele denomina zona de desenvolvimento proximal. Ou seja, a aprendizagem é construída realizando atividades, por meio de experiências compartilhadas, como atividades práticas em um laboratório, por exemplo.

Habitualmente, na educação básica, é possível constatar uma predominância no ensino de biologia através de aulas expositivas como metodologia usada pelos docentes. Essa metodologia pode acarretar equívocos na compreensão de alguns conceitos ou até mesmo a sua incompreensão, pois na biologia diversos conceitos apresentam um elevado grau de abstração, como por exemplo, a microbiologia. (PEDRANCINI *et al*, 2008)

Sobre isso Welker (2007) afirma que o ensino de biologia no ensino médio é pouco atrativo, pois muitas vezes é tratado apenas de forma teórica, sem conexão alguma com a realidade do aluno e nem com a preocupação de gerar interesse por parte dos alunos.

> O ensino de biologia no Ensino Médio – assim como o de Ciências no Ensino Fundamental – muitas vezes é realizado de forma pouco atrativa para os alunos, fazendo com que eles vejam essas disciplinas como algo meramente teórico, distante da realidade da qual fazem parte e, por isso, pouco interessante de ser estudado. (Welker, 2007, p.69)

Como bem identifica Wallau *et al*. (2008) em uma pesquisa com calouros de cursos da área biológica, do total de alunos entrevistados 48,3% nunca haviam tido um contato com um microscópio durante a educação básica, além de que os 51,7% restantes, quase que em sua maioria, relataram ter contato uma única vez e sem a possibilidade de manipular o equipamento ou preparar as amostras.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) indicam que na teoria da aprendizagem significativa, os conhecimentos prévios dos alunos, são o ponto de partida e de chegada, que o professor deve se encarregar para mediar uma aprendizagem mais efetiva. Nesse contexto, sabe-se que dentro do ensino das ciências, sobretudo as biológicas, torna-se fundamental essa “alfabetização científica”, a fim de que o aluno desenvolva as competências adequadas. (ZOMPERO, 2009).

Diante das diversas estratégias usadas para a construção da aprendizagem significativa, o ensino através da experimentação se apresenta como uma metodologia eficiente para a educação científica. Na biologia, a importância dessas atividades práticas e experimentais se tornam ainda mais importantes e quase inquestionáveis, pois os fenômenos biológicos e os materiais envolvidos acontecem e estão presentes ao nosso redor, na natureza (MOREIRA e DINIZ, 2003; ZOMPERO, 2009; PINTO, 2014).

De acordo com Brito (2017), a utilização de metodologias práticas no ensino das ciências, sobretudo biológicas, faz com que os alunos vejam a ciência como ela de fato deve ser observada, como um processo de construção e reconstrução teórica e prático no contexto sócio histórico, e não como acúmulo de conhecimento. O autor continua afirmando que a contextualização desta prática científica resulta em aprendizagens significativas entre aluno e objeto do conhecimento, facilitando o processo de ensino-aprendizagem e criando o interesse pelo conhecimento com aproximações entre o objeto estudado e a vida do indivíduo.

2.2 O Universo microscópico e a aprendizagem significativa

Alcançar as competências e habilidades dentro do conteúdo de microbiologia apresenta-se um grande desafio para os alunos do ensino médio, dado o nível de abstração que o estudo do universo microscópico exige, por este ser invisível ao olho nu. Nascimento (2016), sobre isso afirma que muitas vezes os alunos sem o auxílio de um microscópio têm como único recurso a imaginação. Também por esta razão, a compreensão das interações dos microrganismos com as diferentes formas de vida é deficitária. O próprio conceito de unidade básica da vida, a célula, torna-se intangível, uma vez que tais alunos não visualizam seres unicelulares em seu cotidiano, tão pouco no ambiente escolar, o que afeta diretamente no seu interesse de aprender.

Dentro das ciências biológicas e do universo microscópico, uma das áreas que merece atenção redobrada no que tange as práticas em sala de aula é o ensino de microbiologia, a fim de que os alunos possam compreender, construir e assimilar quem são e como vivem os microrganismos (GITTI et al., 2014), bem como de todos os conteúdos que giram em torno no mundo microscópico como por exemplo, a biologia celular que funciona como ponte entre a compreensão dos fenômenos orgânicos dos seres vivos e suas relações com o ambiente (VIGÁRIO, 2017). Os PCN's+ (2017) colocam a prática científica, a partir de observações e da elaboração de hipóteses para serem testadas como uma ferramenta para se construir conceitos significativos e despertar o interesse dos discentes. Nesse contexto, Lorette et al. (2015) destacam o interesse despertado por parte dos alunos ao participarem ativamente na construção do aparelho microscópico caseiro e ao trazer

questionamentos relacionados a doenças causadas por microrganismos presentes na água contaminada, por exemplo. Ferreira (2010) também afirma que é de extrema necessidade a elaboração de atividades que venham a proporcionar efetivamente o ensino de microbiologia, a fim de suprir as necessidades dos alunos.

Essas atividades práticas, para que se tornem ainda mais efetivas devem, segundo Santos e Costa (2012), ser realizadas de forma investigativa, ou seja, de maneira que os alunos sejam protagonistas no seu próprio processo de ensino-aprendizagem. Essa abordagem, desperta a participação dos alunos e os tornam capazes de: elaborar hipóteses sobre o fenômeno ou o fato, analisar e debater os resultados obtidos e, com isso, construir conexões entre os novos conteúdos adquiridos e os conhecimentos prévios, subsunçores, gerando um posicionamento em relação ao novo conhecimento ancorado.

Especificamente em relação ao conteúdo de Microbiologia, segundo Barbosa e Barbosa (2010), é peculiar a necessidade de atividades que permitam a percepção de um universo totalmente novo, o universo dos organismos visíveis apenas ao microscópio. Esta vivência deve ser suficientemente significativa para promover mudança de hábitos e atitudes por parte daqueles que participam do processo de aprendizagem e assimilação de conteúdo dessa área. Porém, apesar de sua incontestável importância, a microbiologia é muitas vezes negligenciada pelos professores, possivelmente devido às dificuldades para o desenvolvimento de estratégias de ensino-aprendizagem mais dinâmicas e atraentes para os estudantes (CASSANTI *et al.*, 2008)

3. METODOLOGIA

3.1 Revisão de literatura e seleção dos modelos de microscópios artesanais

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi realizada uma ampla revisão de literatura e triagem nos canais de divulgação científica em busca de alternativas viáveis ao uso de aparelhos de microscopia convencionais, utilizando os seguintes termos: “microscópio + artesanal + ensino + ciências + biologia”, “microscópio + caseiro + ensino + ciências + biologia”, “microscope + housemade + teaching + biology”.

Com base nos trabalhos encontrados na literatura, foram selecionados alguns dos modelos de microscópios artesanais, os quais foram avaliados quanto à sua funcionalidade para prática didática, bem como um conjunto de amostras biológicas que melhor se adequem à prática didática e que permitam a identificação dos principais grupos de microrganismos (bactérias, protozoários e fungos), além de outras atividades afins dentro do universo microscópico. Os critérios foram:

a) Capacidade de aumento;
b) Facilidade de construção em sala de aula;
c) Facilidade em obter foco na visualização das amostras;
d) Versatilidade em visualizar amostras diversas com ou sem lamínula;

3.2 Construção dos modelos selecionados

Com base nos critérios acima descritos foram selecionados cinco modelos para serem construídos e testados ao longo do desenvolvimento do trabalho e a partir das percepções que foram acontecendo, foi possível construir um novo modelo próprio baseado nos anteriores.

3.2.1 “Canhão laser”

Este modelo, que foi denominado “canhão *laser*” no manual, produto deste trabalho, foi idealizado primeiramente por Planinsic (2001) e algumas variações, descritas por Dias (2012), Castro (2013), Lorette *et al*. (2015), Curvo e Santos (2016) e Diehl, Bobrowsky e Silva (2017), baseiam-se na premissa de que uma gota de água funciona como uma lente esférica e biconvexa (convergente), que ao ser atravessada por um feixe de luz fará os raios convergirem e se dissiparem ao sair, projetando uma imagem virtual ampliada.

É um modelo bem simples de ser construído, podendo ser adaptado muito facilmente no que tange a construção do suporte tanto da seringa quanto do apontador *laser*, caso não consiga algum dos materiais. Segundo Planinsic (2001) e Dias (2012) o aumento aproximado chega a 1000 vezes, caso a gota tenha 2mm de diâmetro e a imagem projetada tenha cerca de 2m de comprimento. Os materiais estão descritos abaixo:

a) 2 copos descartáveis;
b) Amostra de água contendo organismos vivos;
c) Apontador *laser* astronômico;
d) Fita adesiva;
e) Livros e elástico;
f) Seringa descartável.

Etapas de montagem:

1. Encher os dois copos descartáveis com água **para que sirvam de suporte** para a seringa contendo a amostra (**fig. 1a**);

2. Fazer a coleta da amostra com a seringa;

3. Apoiar as abas da seringa uma em cada copo de forma que ela fique na vertical com a ponta virada para baixo (**fig. 1a**);

4. Com cuidado, pressionar a seringa de modo que uma gota (aprox. 2mm) da amostra fique presa em sua ponta;

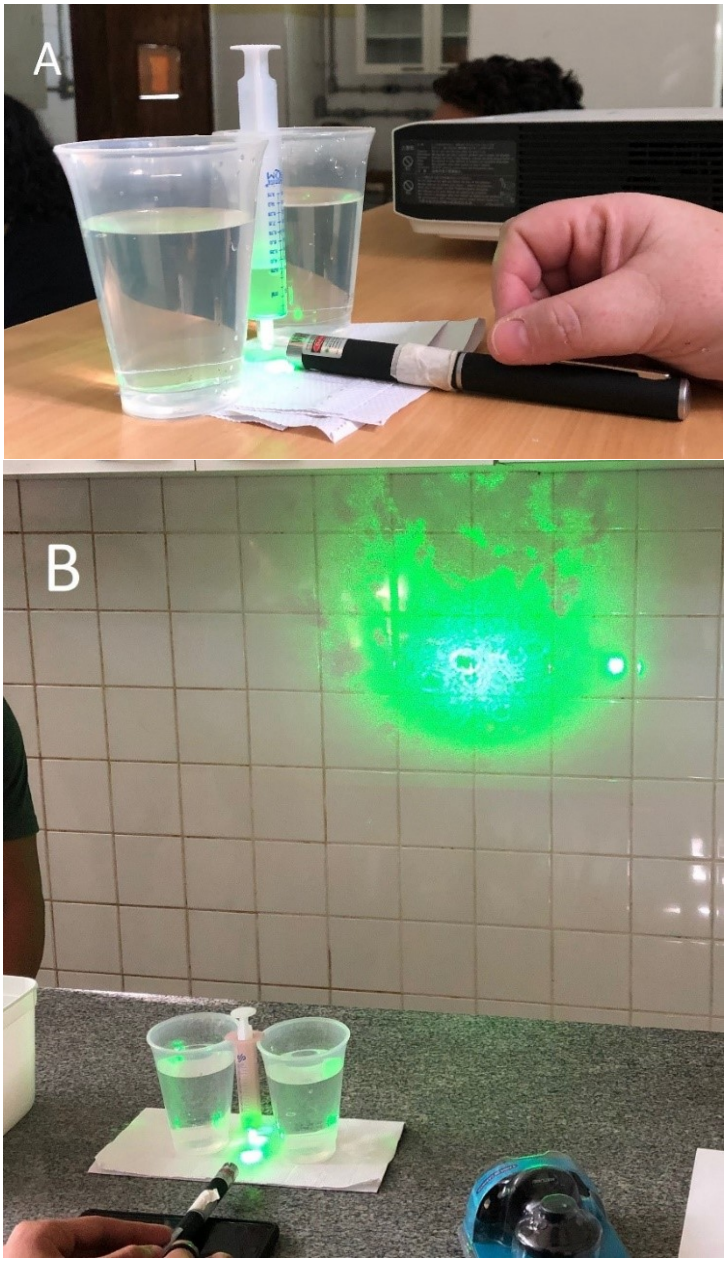
5. Prender com fita adesiva o botão de acionamento do *laser* a fim de que ele fique permanentemente ligado (**fig. 1a**);

6. Pode-se utilizar livros ou outro material de apoio para ajustar a altura do feixe *laser* e colocar o apontador laser direcionado para a gota, de maneira que ela seja transpassada pelo feixe *laser* e venha a incidir sobre uma parede oposta branca e lisa a uma distância de aproximadamente 2 metros (**fig. 1b**).

   DICA: Pode-se usar massa de modelar ou elásticos, por exemplo, para melhor fixar o apontador *laser* na direção da amostra.

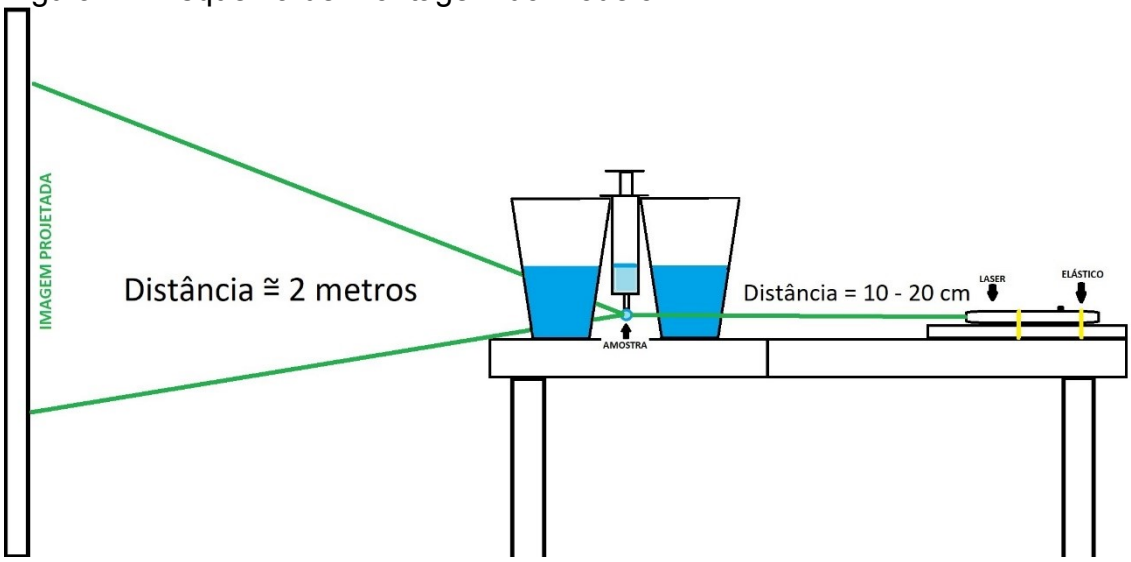
   CUIDADO: O feixe *laser* jamais deve ser apontado contra a visão, sob o risco de causar danos permanentes.

Figura 1 - Microscópio "Canhão *laser*".



Legenda: (A) - Modelo montado; (B) - Modelo montado com o conteúdo da gota projetado na parede.
Fonte: O autor, 2019.

Figura 2 – Esquema de montagem do modelo.



Legenda: o feixe *laser* atravessa somente a gota e os dois copos servem apenas de suporte para a seringa.
Fonte: O autor, 2018.

3.2.2 <u>“Lente de vidro transparente”</u>

O segundo modelo construído e testado foi o obtido a partir de Soga et al. (2017) e utiliza uma estrutura de papel grosso como suporte para uma lente esférica de vidro obtida a partir de um sistema de válvula de embalagens de sabonete líquido. Os materiais utilizados estão descritos abaixo:

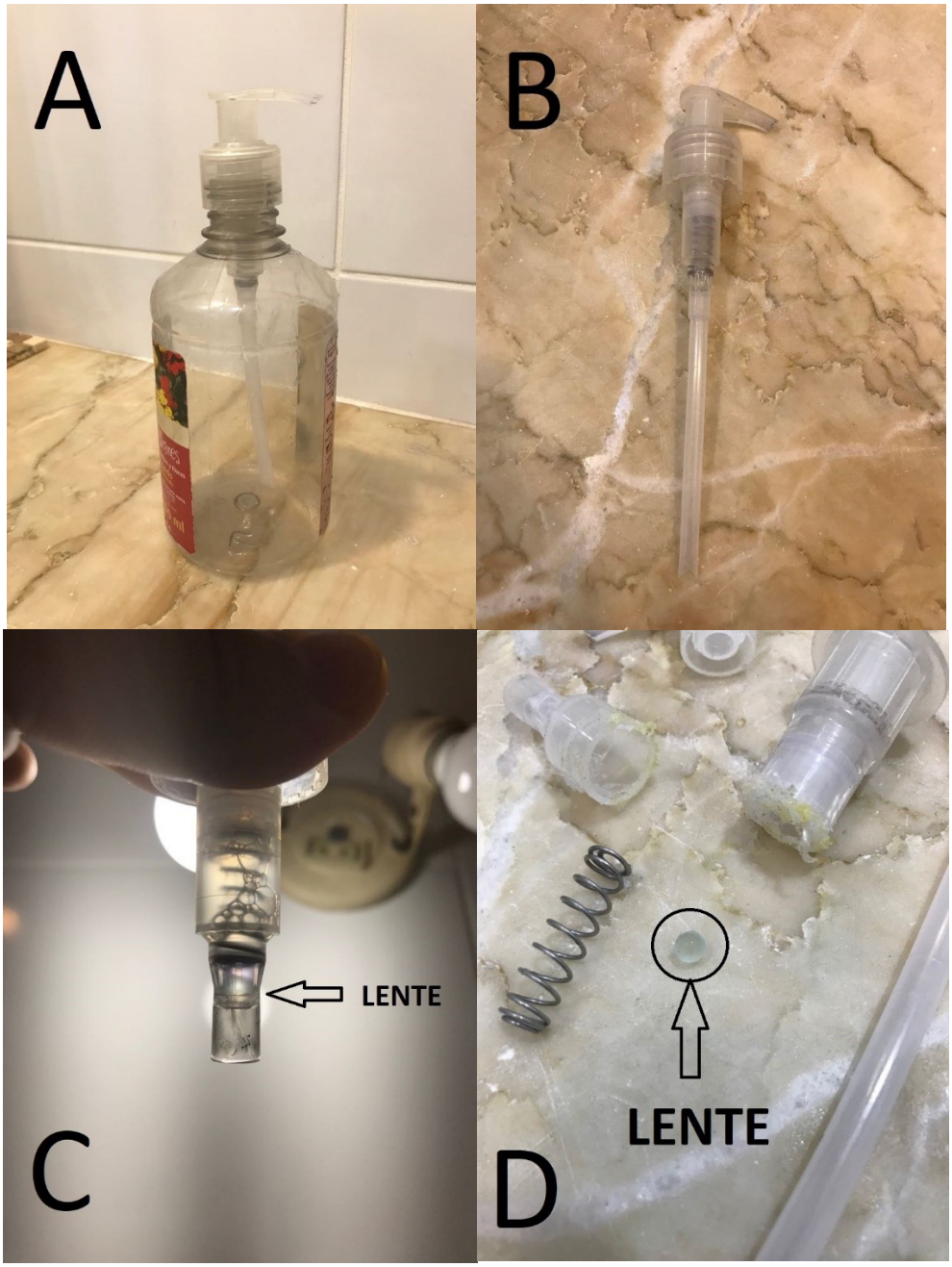
a) Embalagem de sabonete líquido vazia;
b) Estrutura de papel grosso (papelão, caixa de remédios);
c) Fita adesiva;
d) Palito de dente;
e) Prendedor de roupa;

Etapas de montagem:

Para a retirada da “lente esférica de vidro”

1. Retirar o sistema de válvulas da embalagem de sabonete líquido (**fig. 3b**);
2. Retirar o tubo de plástico e remover a lente do sistema de válvulas (**fig. 3c**);

Figura 3 – Processo de retirada da “lente” esférica.



Legenda: (A) - Embalagem de sabonete líquido; (B) - Válvula separada; (C) - esfera de vidro (lente) no interior da válvula; (D) - “lente” esférica já separada.
Fonte: O autor, 2018.

3. Recortar a estrutura de papel com duas pequenas aberturas capazes de conter a lente retirada acima (**fig. 4**).

Figura 4 - Suporte da "lente" sendo montado.

Fonte: O autor, 2018.

4. Dobrar a estrutura acima e fixá-la com fita adesiva fazendo com que a lente fique entre as duas lâminas de papel e a luz consiga atravessá-la por meio dos dois furos feitos no mesmo.

5. Segundo Soga et al. (2017) com o auxílio de um prendedor de roupa a amostra pode ser fixada na frente da lente que ao ser observada contra a luz abundante promove o aumento significativo das estruturas. Além disso, um palito de dente também pode ser utilizado como regulador do foco.

3.2.3 “Olhar digital”

Chamado de “Olhar digital” neste trabalho, o modelo foi descrito em 7 trabalhos sendo confeccionado de diferentes formas em relação à estrutura podendo ser de madeira, acrílico, entre outros materiais, porém todos utilizando como mecanismo de aumento, uma lente retirada de um drive de CD/DVD (ZEA, 2016; COSTA *et al.,* 2017; PRATES, 2015; MANUAL DO MUNDO, 2014) ou com algumas adaptações como sendo retirada de apontadores *lasers* (FURTADO e SABINO, 2017; Wallau *et al*., 2008) ou até mouses ópticos (SEPEL, 2011) conseguindo gerar um aumento significativo do material observado.

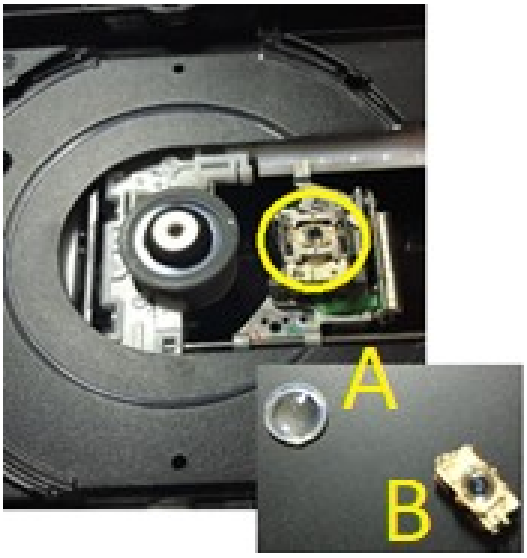
Aqui, o modelo testado utilizou uma lente retirada de um leitor de CD/DVD. Segundo SEPEL (2011), os leitores de CD mais antigos possuem apenas uma lente, enquanto já os leitores mais modernos utilizam duas lentes, uma maior que gera um aumento menor funcionando como uma lupa e outra menor que gera um aumento bem maior (que é a utilizada neste modelo). Os materiais utilizados e as etapas de montagem estão descritos abaixo:

a) Alicate;
b) Fita adesiva;
c) Lente de drive de CD ou DVD;
d) Pedaço pequeno de papelão, E.V.A ou cartão de plástico (carteirinha);
e) Smartphone com câmera;

Etapas de montagem:

1. Retirar, com o auxílio de um alicate de ponta fina, as lentes do *drive* de CD/DVD **(fig. 5)**; **OBS: Recomenda-se o uso da lente B, que é menor, porém alcança maior aumento devido uma de suas faces ser mais convexa.**

Figura 5 - Retirada das lentes do *drive* de CD.



Legenda: (A) - lente maior que gera menor aumento; (B) - lente menor e mais convexa capaz de gerar maior aumento.
Fonte: O autor, 2018.

2. Fazer uma pequena abertura no papelão (ou substituto) capaz de fixar a lente de forma justa;

3. Fixar o papelão com a lente de forma bem alinhada à câmera do *smartphone*, utilizando a fita adesiva conforme a **fig. 6.**

Figura 6 – Microscópio "Olhar digital": *smartphone*+lente.

Fonte: O autor, 2018.

4. Aproximar a lâmina (ou outro suporte translúcido) da câmera, a fim de observar a amostra. O próprio telefone é capaz de ajustar automaticamente o foco necessitando, no entanto, de um grande controle manual para manter a amostra no foco (**fig. 7**).

Figura 7 - Microscópio "olhar digital" sendo utilizado.

Fonte: O autor, 2018.

3.2.4 <u>“Olhar digital II”</u>

Este modelo foi confeccionado conforme descrito pelo “Manual do Mundo” (2017), porém sem a utilização de suporte para o celular. Ele é semelhante ao descrito anteriormente, porém utiliza uma lente retirada de uma *webcam,* que ao ser invertida e acoplada à câmera de um *smartphone* gera o aumento. A lente invertida é uma técnica usada em macrofotografia. Segundo Dauster (2012) uma lente, em sua posição normal, reduz uma imagem ampla apresentando-a ao sensor da câmera. Ao inverter a lente essa perspectiva muda e ao invés de reduzir o que é amplo, se amplifica o que é reduzido. Ainda segundo o autor supracitado, essa técnica exige que haja uma iluminação externa para que a imagem seja formada, por isso o microscópio deve ser usado em um ambiente bem iluminado e deve se ter uma fonte alternativa

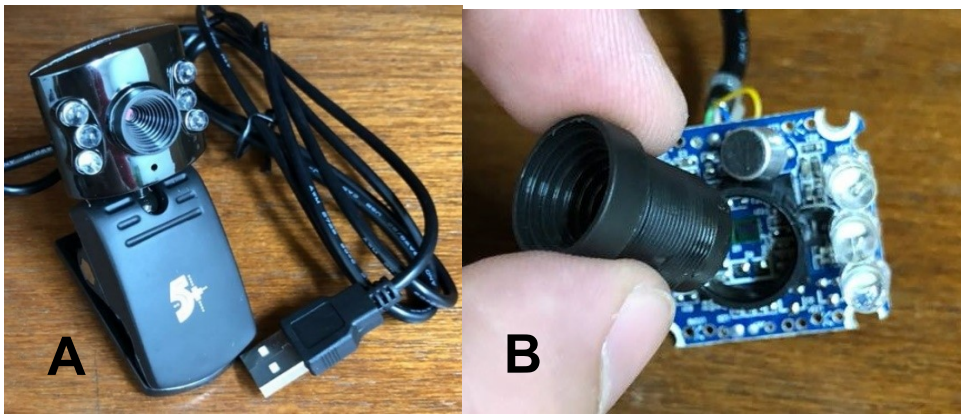
de iluminação como uma lanterna de *Light Emitting Diode* (LED), por exemplo. Os materiais utilizados e as etapas de montagem são descritos abaixo:

a) Massa de modelar;
b) Smartphone com câmera;
c) *Webcam*;

Etapas de montagem:

1. Retirar, a lente frontal da *webcam* (geralmente são de rosca) conforme abaixo;

Figura 8 - *Webcam* e retirada da lente.



Legenda: (A) – *Webcam* utilizada; (B) – Lente de foco manual sendo retirada.
Fonte: O autor, 2018.

1. Colocar a **lente invertida** alinhada à câmera do *smartphone* e fixá-la utilizando a massa de modelar (**figura 9**);

Figura 9 - Microscópio "Olhar digital II" montado.

Fonte: O autor, 2018.

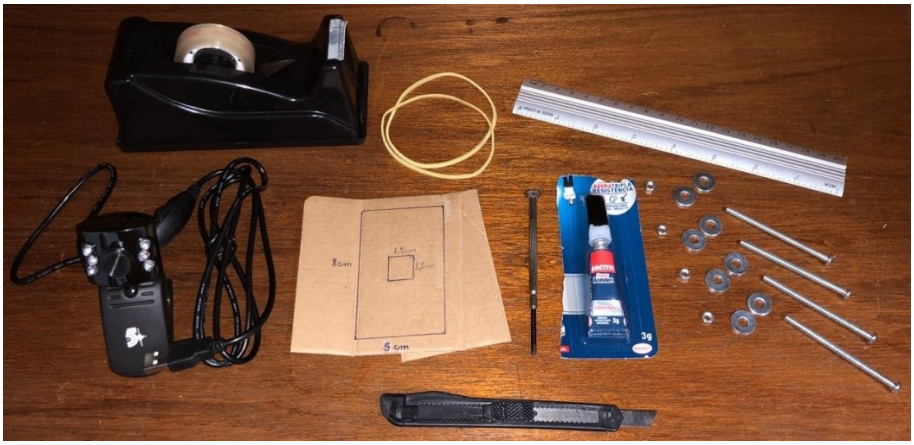
3.2.5 “Lente de *webcam* acoplada a um computador”

Este modelo construído e testado também foi encontrado no canal de comunicação Manual do Mundo (2016) e utiliza uma *Webcam* com a lente original invertida, a fim de conseguir o aumento. O procedimento de construção do suporte requer alguns passos que serão descritos a seguir. Este modelo também não foi incorporado ao manual, tendo em vista que o modelo a seguir é semelhante a este e foi construído para suprir algumas das limitações observadas, sendo ele sim incorporado ao produto deste trabalho. Os materiais utilizados estão descritos abaixo e destacados na **fig. 10**:

a) 8 arruelas;
b) 4 Elásticos;
c) 4 parafusos longos de rosca bem fina;
d) 4 porcas para os respectivos parafusos;
e) Chave Phillips ou fenda para desmontar a webcam;
f) Estilete;
g) Fita adesiva;
h) Papelão forte ou capa dura de caderno;

i) Régua;
j) Super cola;
k) *Webcam* com lente regulável;

Figura 10 - Materiais necessários.



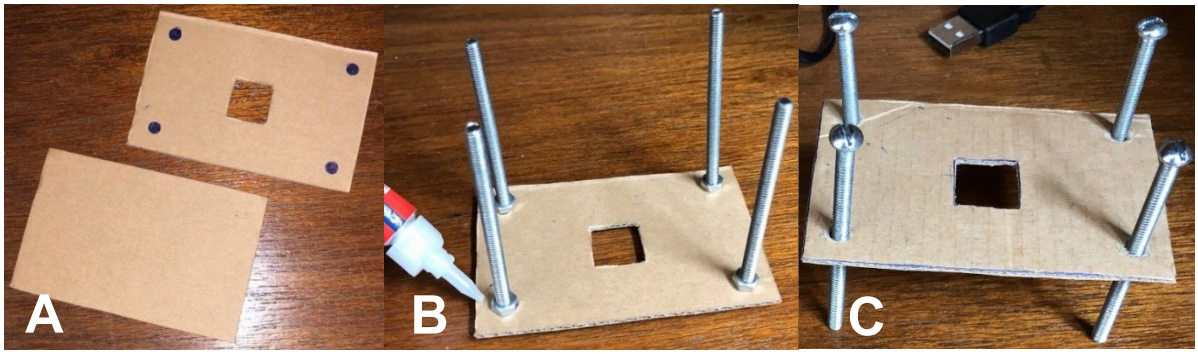
Fonte: O autor, 2018.

Etapas de montagem:

1. O primeiro passo é cortar utilizando o estilete 2 retângulos de papelão com 8X5cm, que servirão para a montagem da parte superior e inferior da estrutura de suporte. No centro de um deles, que será a parte superior do suporte, fazer uma abertura quadrada de 1,5X1,5cm. Neste retângulo deverá ser feito também 4 furos nas extremidades com diâmetro capaz de permitir a passagem dos parafusos (**fig. 11a**);

2. Colar as porcas no retângulo onde foram feitos os furos, de modo que os parafusos continuem tendo mobilidade no interior das porcas que estarão devidamente coladas ao papelão (**fig. 11b**);

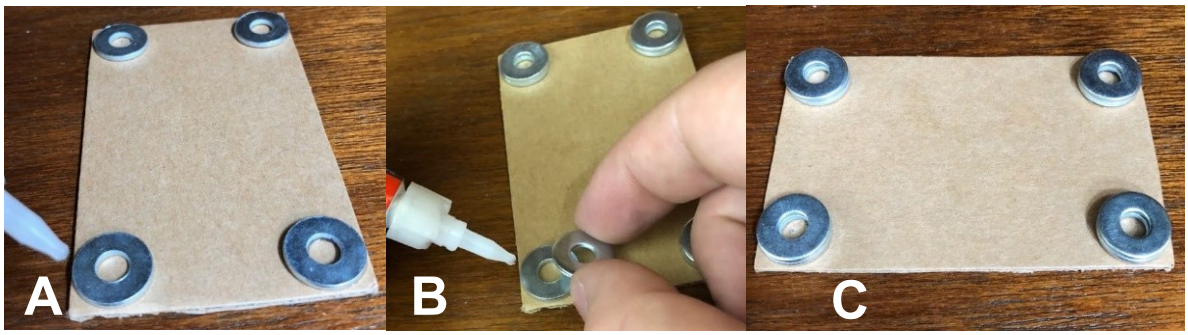
Figura 11 - Parte superior do suporte sendo montada.



Legenda: (A) – Corte dos papelões e marcação dos furos; (B) – Colagem das porcas no papelão, de modo a deixar o parafuso livre para rosquear; (C) – Parte superior do suporte montada.
Fonte: O autor, 2018.

3. No outro retângulo, que será a parte inferior do suporte, deverão ser coladas as 8 arruelas em grupos de 2 nas 4 extremidades a fim de se tornarem posteriormente apoio para os parafusos (**fig. 12**);

Figura 12 - Parte inferior do suporte sendo montada.

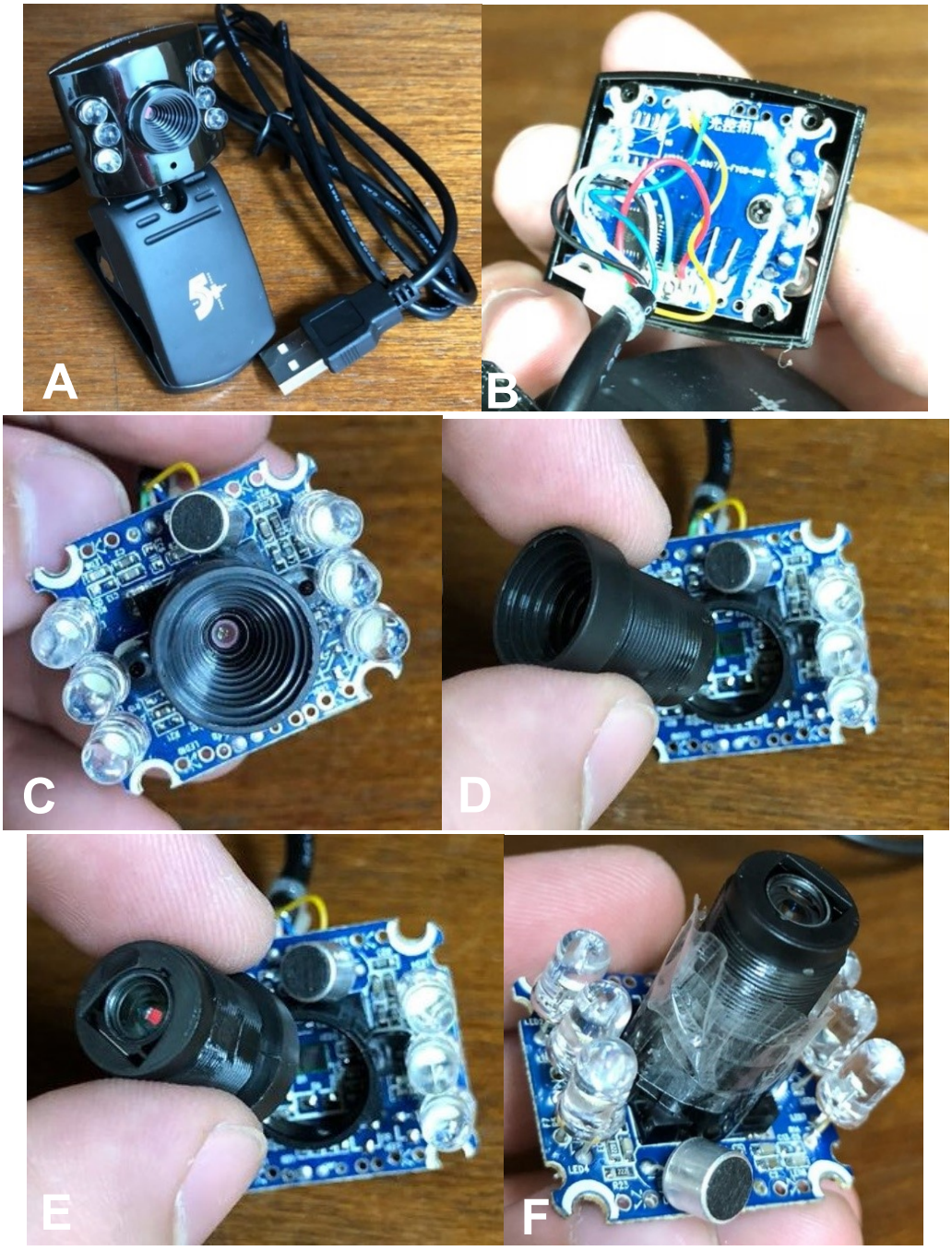


Legenda: (A) – Colagem das arruelas sobre o papelão com supercola; (B) Colagem das arruelas sobre as outras; (C) – Parte inferior do suporte montada.
Fonte: O autor, 2018.

4. A *webcam* deverá ser desmontada com o auxílio de ferramentas adequadas para cada modelo e a lente regulável deverá ser invertida e presa novamente por meio de fita adesiva, a fim de gerar o aumento esperado (**fig. 13**).

OBS: A webcam deverá ser devidamente instalada e testada em um computador para evitar dúvidas quanto ao seu funcionamento posterior ao procedimento.

Figura 13 - Processo de montagem da estrutura do microscópio a partir da webcam.

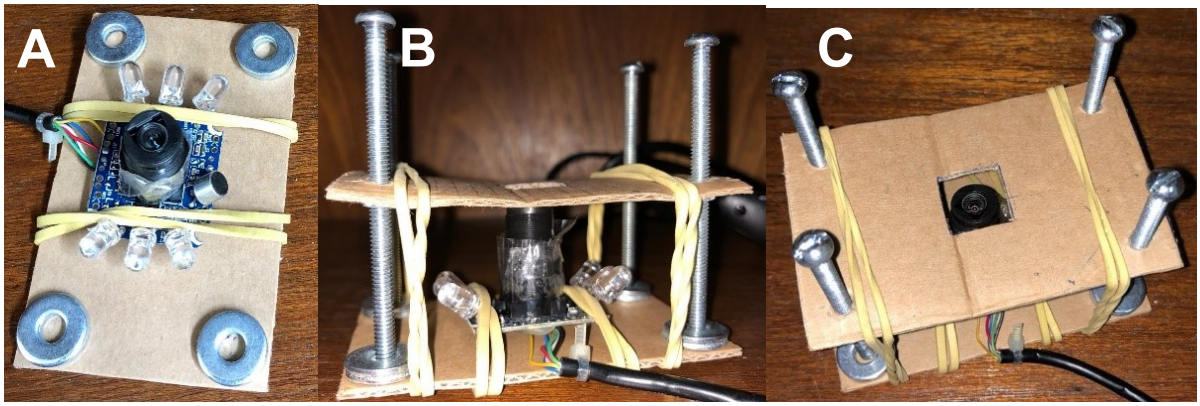


Legenda: (A) – *Webcam* utilizada; (B) – Parte traseira sendo desmontada; (C) – *Webcam* sem a carcaça; (D) – Lente de rosca manual sendo retirada; (E) – Lente sendo invertida; (F) – Lente sendo fixada à estrutura da *webcam* com o auxílio de fita adesiva.
Fonte: O autor, 2018.

5. Fixar a *webcam* na parte inferior do suporte utilizando dois elásticos de modo a permitir ajustes posteriores, caso seja necessário (**fig. 14a**).

6. Encaixar os parafusos da parte superior do suporte no interior das arruelas da parte inferior do suporte e fixar com dois elásticos, de modo a permitir ajustes posteriores, caso seja necessário (**fig. 14b e 14c**).

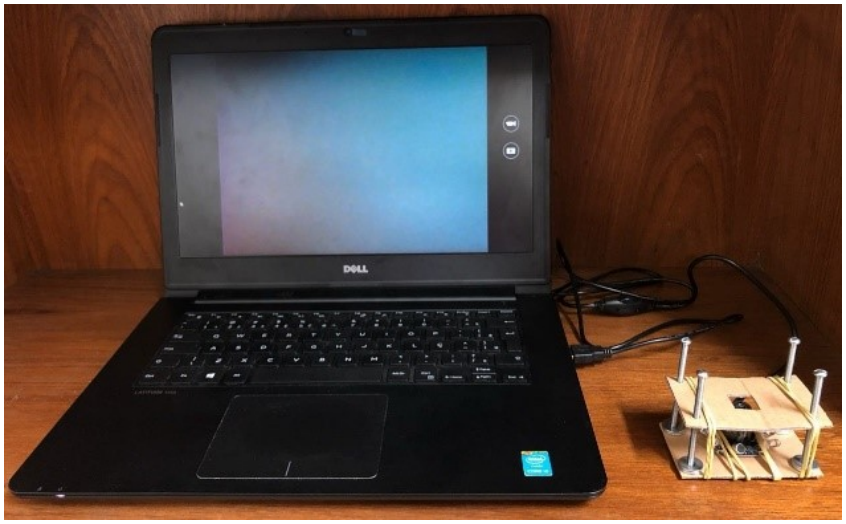
Figura 14 - Processo final de montagem do microscópio.



Legenda: (A) – Fixação da *webcam* com lente invertida à parte inferior do suporte com o auxílio de dois elásticos; (B) – Microscópio montado visto lateralmente; (C) – Microscópio montado visto de cima.
Fonte: O autor, 2018.

7. Conectar o cabo da *webcam* ao computador onde esta foi previamente instalada e testada (**fig. 15**). **OBS: O ambiente precisa estar bem iluminado para obter um bom resultado**.

Figura 15 - Microscópio ligado a um notebook.



Fonte: O autor, 2018.

8. Poderão também ser confeccionadas, com o auxílio do estilete, algumas lâminas de plástico utilizando a própria embalagem da *webcam* conforme exemplo ilustrado abaixo (**fig. 16**).

Figura 16 - Obtenção das lâminas adaptadas.

Legenda: (A) – Embalagem da *webcam*; (B) – Lâminas de plástico adaptadas a partir da embalagem da própria *webcam*.
Fonte: O autor, 2018.

3.2.6 “Microcamscópio”

Com base nos modelos anteriormente descritos, sobretudo o 3.2.5 descrito acima foi possível construir um outro modelo próprio, a fim de obter algumas possíveis vantagens em relação à estabilidade da estrutura e ajuste do foco durante a observação das amostras.

Os materiais utilizados estão descritos abaixo:

a) 2 Elásticos;

b) 7 a 10 arruelas 10mm;

c) Parafuso e porca 6mm;

d) Parafuso, porca e “borboleta” 10mm;

e) “Ripas de caixote” de feira livre;

f) Super cola;

g) *Webcam* com lente regulável;

Etapas de montagem:

1. Cortar duas “ripas de caixote” com uma serra, de modo que fiquem com 12cm (A) e 10cm (B) de comprimento, respectivamente.

OBS: A largura pode ser a da própria “ripa” e deve ser lixada a fim de deixar a superfície mais lisa e evitar farpas (**fig. 17**).

Figura 17 - Ripas de caixote para confecção do suporte do microcamscópio".

Fonte: O autor, 2019.

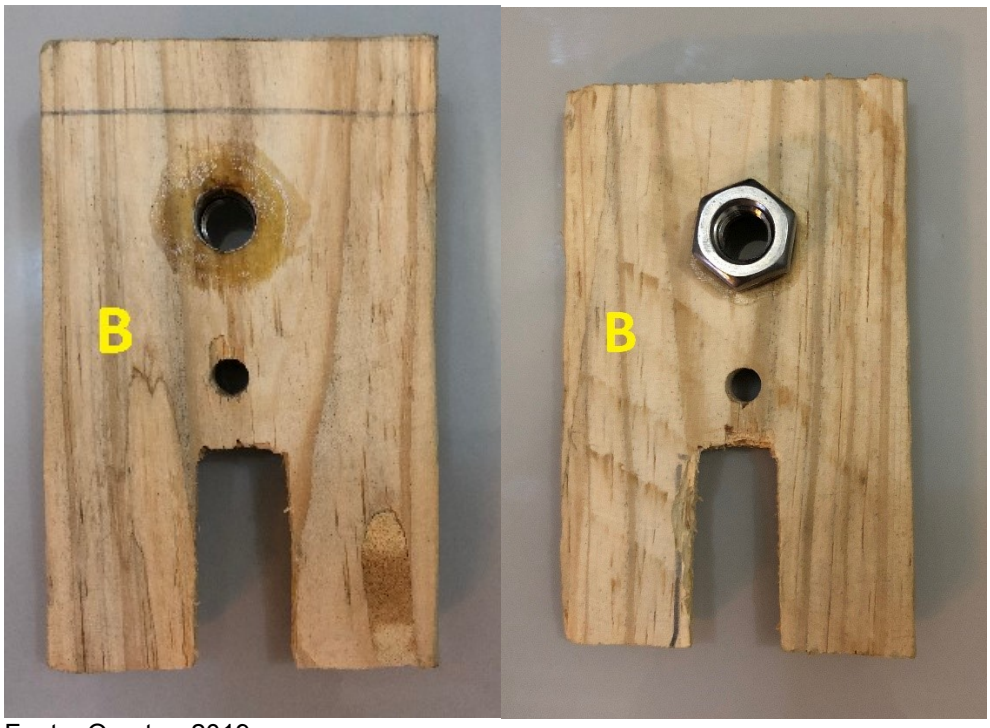
h) Fazer uma corte retangular no centro de um dos lados da “ripa B” que formará a parte superior do suporte, onde serão acomodadas as lâminas com as amostras (**fig. 18**);

i) Alinhar uma ripa sobre a outra e furar no centro das duas ripas utilizando a broca de 6 mm, de modo que os furos estejam alinhados;

j) Fazer um furo com broca de 10 mm na outra extremidade onde será colado com supercola a porca de 10mm, conforme imagem abaixo (**fig. 18 e 19**);

IMPORTANTE: A porca deve ser colada de modo que não atinja a rosca em seu interior, a fim de que o parafuso tenha livre movimentação e **alinhamento preciso**.

Figura 18 - Parte superior do suporte com a “ripa B” visto em ambos os lados.



Fonte: O autor, 2019

k) Utilizar supercola para fixação da borboleta na parte interior da cabeça do parafuso maior de 10mm. (**fig. 19 lado esq.**)

Figura 19 – Porca borboleta colada no parafuso e parte superior do suporte.

Fonte: O autor, 2019.

l) Rosquear o parafuso maior ao longo do furo maior, que servirá de macrométrico, ou seja, realizará o ajuste de foco durante a observação da amostra (**fig. 20**);

Figura 20 - Parafuso "macrométrico" inserido na parte superior do suporte.

Fonte: O autor, 2019.

m) Colocar o parafuso menor de 6mm através do furo de baixo para cima e fixá-lo com a porca correspondente (**fig. 21a**);

n) Em uma das extremidades colar utilizando supercola de 7 a 10 arruelas de 10mm uma sobre a outra de forma que fiquem alinhadas, conforme as imagens abaixo **e sirvam de suporte para o parafuso maior mostrado acima** (**fig. 21a**);

IMPORTANTE: As arruelas devem ser coladas precisamente alinhadas entre si e com o parafuso macrométrico descrito anteriormente, para que o ajuste do foco não seja comprometido.

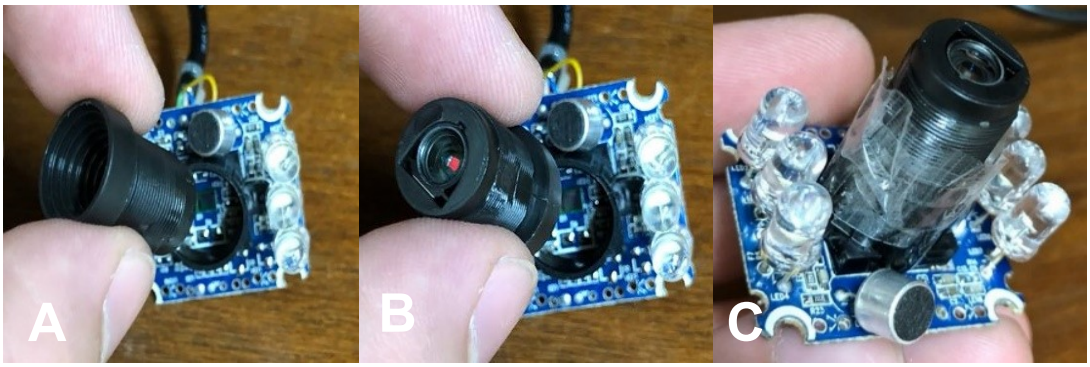
DICA: Pode-se usar bolinhas de silicone ou massa de modelar a fim de manter estabilidade da parte inferior.

Figura 21 - Parte inferior do suporte sendo montada.

Fonte: O autor, 2019.

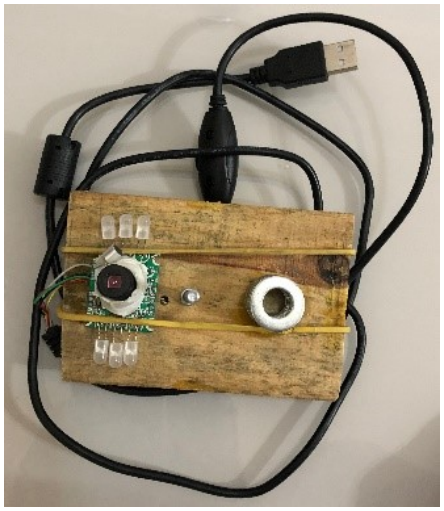
o) Desmontar a *webcam*, inverter a câmera e fixá-la na parte inferior do suporte utilizando dois elásticos (**fig. 22 e 23**);

Figura 22 - Lente da *Webcam* sendo invertida e fixada novamente.



Legenda: (A) – Lente sendo retirada; (B) – Lente sendo invertida; (C) – Lente sendo fixada com o auxílio de fita adesiva.
Fonte: O autor, 2018.

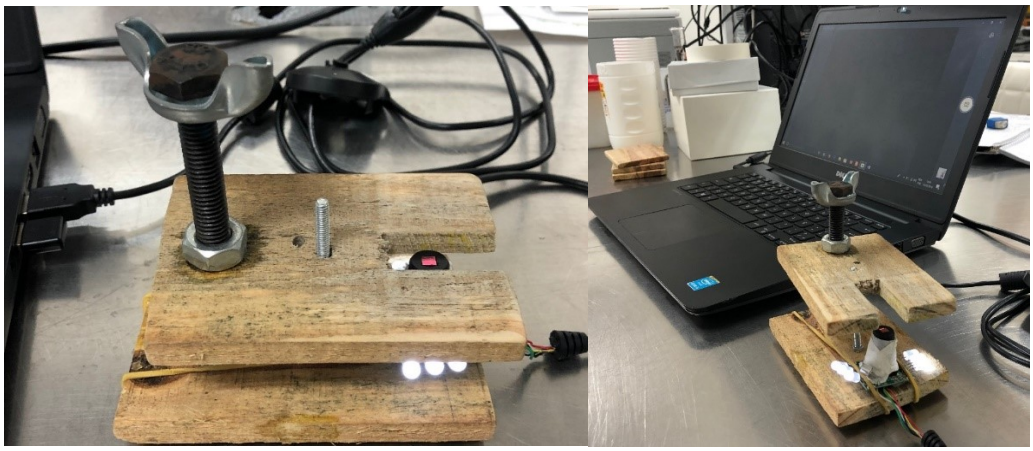
Figura 23 - Parte inferior do suporte vista de cima + *Webcam* adaptada.



Fonte: O autor, 2019.

p) Acoplar o microscópio ao computador via entrada USB (o cabo já vem com a *webcam*) e configurar a câmera no computador (**figura 24**)

Figura 24 - "Microcamscópio" acoplado conectado ao notebook.



Fonte: O autor, 2019.

3.3 Conjunto de amostras

Para o conjunto de amostras foram testados materiais simples de serem obtidos e que não ofereceram riscos à saúde dos alunos, tais como: água de córregos

e lagos; materiais alimentícios em que estejam presentes bactérias, fungos e leveduras, como o fermento biológico; além de amostras de água localizadas entre as folhas de bromélias “água de bromélia”.

3.3.1 Água de córregos

Para coletar essa amostra foi utilizado um pequeno pote esterilizado e com o auxílio de uma pipeta de plástico. Com esta mesma pipeta pingamos uma gota da amostra na lâmina e colocamos a lamínula por cima, nos modelos que permitiram o uso desta metodologia. Pode ser conjugada com os métodos de coloração descritos em 3.4.

3.3.2 Fermento biológico

O fermento biológico pode ser facilmente encontrado em lojas e supermercados. Ao colocar o conteúdo em água morna com açúcar e aguardar por aproximadamente 15 minutos para visualização do processo de fermentação. Em seguida, a amostra já pode ser coletada e com o auxílio de uma pipeta de plástico pode também ser colocada uma gota sobre a lâmina e coberta por uma lamínula, podendo ser corada conforme o item 3.4 descrito mais à frente.

3.3.3 “Água de bromélia”

Segundo REGINATTO (2008), as bromélias são plantas endêmicas das florestas tropicais e são caracterizadas por apresentarem folhas dispostas de uma maneira capaz de acumular água e detritos orgânicos constituindo assim, um micro-habitat para microrganismos.

A amostra analisada foi coletada utilizando uma pipeta de plástico e armazenada em um frasco esterilizado. Com essa mesma pipeta uma gota da amostra é colocada sobre a lâmina e após os procedimentos de coloração, caso sejam feitos, coloca-se a lamínula por cima da amostra para que seja observada.

3.3.4 Cultura de *Tetrahymenna sp*.

Foi possível testar os modelos utilizando uma amostra que seguramente continha microrganismos, mais especificamente uma cultura de protozoários do gênero *Tetrahymenna sp*., cedida pelo Laboratório de Estudos Integrados em Protozoologia (LEIP), da Fundação Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) localizado no bairro de Manguinhos na cidade do Rio de Janeiro.

Para observá-la, foi utilizado um conta-gotas (ou pipeta *pasteur*) para pingar uma gota da amostra sobre uma lâmina e cobrimos com uma lamínula.

3.3.5 Mucosa bucal

Para que analisar células da mucosa bucal, foi realizada a técnica do esfregaço bucal, onde com o auxílio de um palito de dentes é retirada uma camada de células da parte interna da bochecha e espalhada em uma lâmina. Posteriormente a lâmina foi corada utilizando o reagente azul de metileno, de acordo com as etapas descritas em 3.4

3.3.6 Epitélio de cebola (*Allium cepa*)

Para a análise de células do epitélio de cebola foi retirada uma fina camada da parte interna da cebola sendo colocada sobre a lâmina e corada primeiramente com azul de metileno e posteriormente uma segunda lâmina com violeta genciana obedecendo as etapas descritas em 3.4.

3.3.7 Cortes histológicos botânicos

Foram realizados testes também com dois cortes histológicos botânicos: o primeiro não foi possível identificar a espécie e uma segunda lâmina foi feita a partir de um corte transversal da folha de alecrim, utilizando uma lâmina de barbear de modo que o corte tivesse a menor espessura possível.

3.4 Coloração

Selecionamos e testamos dois reagentes de baixo custo e seguros para manuseio em sala de aula. São eles: azul de metileno e violeta genciana e ambos foram adquiridos em farmácia. Foram avaliados quanto a capacidade do corante de penetrar nas células dos diferentes organismos analisados, bem como a de evidenciar tais células e suas estruturas.

Segundo Banks (1992 apud SOUZA, 2010), os corantes são muito úteis e são capazes de corar tecidos, na medida em que componentes celulares básicos reagem com corantes ácidos e vice-versa, através de uma reação de neutralização. A violeta genciana é uma mistura de corantes e é usada para tingir o cabelo, colorir papel ou tecidos, podendo ser utilizada também em laboratórios de microbiologia. É derivada do alcatrão de carvão sendo utilizada como um produto antisséptico (PINHEIRO *et al,* 2018). Ela é um dos corantes utilizados na técnica de coloração de Gram, pois impregna toda a célula, sendo utilizada como uma coloração primária nesta técnica (PEREIRA e PETRECHEN, 2011).

Para a coloração foi realizado o seguinte procedimento: fixação das amostras em lâminas de vidro através de secagem em temperatura ambiente por 15 minutos. Duas gotas do corante diluído 1:10 foram colocadas sobre a amostra por 5 minutos. Por fim, foi feita uma lavagem das lâminas em água corrente por 15 segundos e secagem em temperatura ambiente por mais 15 minutos e então procedemos a observação em microscópio.

3.5 Manual “Universo microscópico”

Ao final da construção e da análise dos modelos em laboratório, foram selecionados os métodos que se mostraram mais efetivos e viáveis para prática didática, de acordo com os principais assuntos onde um microscópio artesanal pode se mostrar como uma ferramenta eficaz na promoção de uma aprendizagem significativa.

A partir desses dados, foi elaborado um manual de construção e de instruções de uso do kit “Universo Microscópico”, o qual contém todas as especificações para confecção dos principais microscópios e suas sugestões de uso, as amostras viáveis em cada modelo bem como os métodos de coloração a serem utilizados de acordo com o conteúdo a ser trabalhado. O documento será distribuído gratuitamente por meio eletrônico através dos links http://www.profbio.uerj.br/index.php/produtos-profbio-uerj/ e https://drive.google.com/open?id=1AHfqn4fkpVX4NHYdsTJHgxthK05uY6mr .

3.6 Validação do Manual: *Workshop* “Universo microscópico”

Buscando avaliar a efetividade do material produzido, e realizar sua difusão e popularização, foi oferecido um *workshop* gratuito de 6 horas de duração sobre o kit, tendo como público alvo: graduandos em Ciências Biológicas (licenciatura) e professores de biologia do ensino médio (máximo de 30 inscritos). Durante o *workshop* os participantes puderam explorar os modelos e a partir de suas experiências responderem a um questionário de avaliação sobre o material, aplicabilidade em seu ambiente de trabalho, e darem suas sugestões. As informações foram computadas e serviram de instrumento de avaliação e melhoria do produto gerado nesta dissertação, bem como trazer subsídios para discussão acerca do ensino dos conteúdos que envolvem a microscopia e o universo microscópico no ensino médio. Para realização dessa etapa do projeto, que envolve pesquisa com seres humanos, foi necessário obter autorização junto ao COEP-ProfBio, a qual se deu pelo parecer de nº 2.990.091. Todos os participantes do *workshop* receberam e assinaram o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” (anexo I), concordando com sua participação na pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos foram testados no Laboratório de Genética Pesqueira e da Conservação (HPLC), sala 201 do Departamento de Genética, UERJ, previamente buscando avaliar o funcionamento e possibilidades de materiais a serem explorados com cada um. Posteriormente foi realizado um *Workshop,* com 30 inscritos, entre professores do Ensino Médio e alunos graduandos em licenciatura de biologia a fim de validar e aprimorar tanto o manual quanto os modelos analisados.

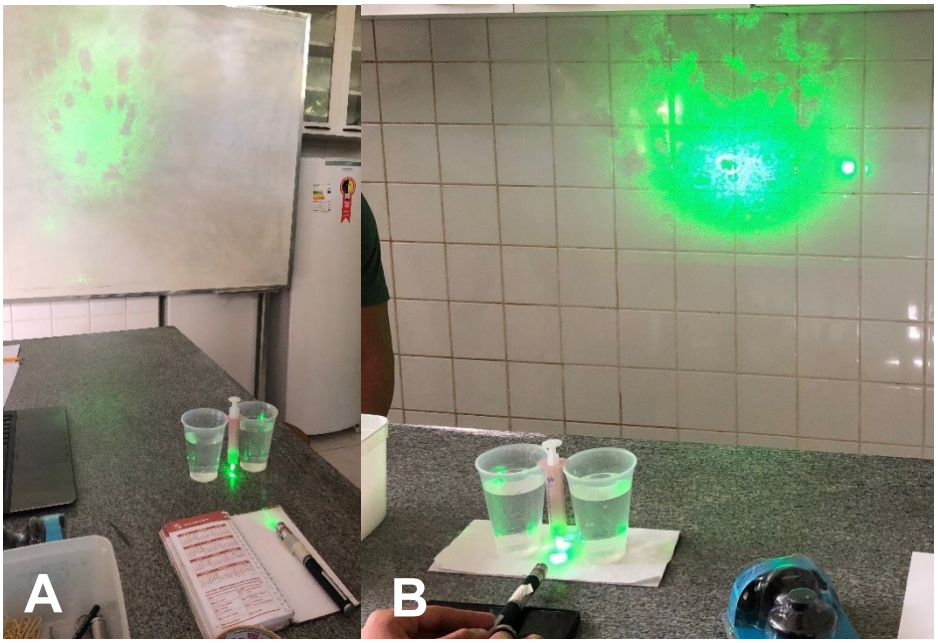
4.1 Testes no laboratório

4.1.1 Microscópio "Canhão *laser*"

Para construção deste modelo, foram seguidas as instruções de Lorette *et al.* (2015), dentre os autores mencionados na seção de revisão da literatura. A autora testou com seus alunos a observação de amostras de bebedouros da escola. Aqui foram testadas duas amostras. A primeira retirada do "lago" localizado dentro do *campus* da UERJ Maracanã e a segunda retirada da "água de bromélia", também retirada de uma planta localizada no interior do *campus*. Foi possível observar estruturas microscópicas, sem muita nitidez, porém em alguns momentos foi possível visualizar microrganismos no interior da gota, tendo em vista o surgimento de "estruturas" que se moviam de forma independente, sinuosamente e contra o fluxo da água no interior da gota. Na **fig. 25** é possível observar a silhueta de algumas estruturas microscópicas presentes na gota e nos **vídeos 1a** e **1 b** é possível ver o movimento dos microrganismos, além de grumos de cianobactérias em uma amostra de "água de bromélia". Quanto a este último resultado a identificação foi possível a partir da análise da amostra em microscópio óptico convencional feita por um especialista na área, presente em no *workshop*. Para fins de comparação foi analisada uma gota de uma amostra de água da torneira e os resultados foram bem contrastantes conforme o **vídeo 2**. Tanto os vídeos acima mencionados quanto os

próximos descritos neste trabalho estarão disponíveis através do link apontado no item 3.5 desta dissertação.

Figura 25 – Microscópio “Canhão *laser*” sendo testado.



Legenda: (A) - Microrganismos sendo projetados na parede; (B) - Grumos de cianobactérias sendo observados.
Fonte: O autor, 2019.

Seguindo o currículo básico do Estado do Rio de Janeiro (2012) como norteador na disposição dos conteúdos curriculares, foram sugeridos alguns momentos onde práticas envolvendo este modelo de microscópio poderiam ser utilizadas:

No 1º bimestre do 1º ano do Ensino médio já se pode trabalhar o método científico e suas etapas, relacionando as atividades experimentais com a história da ciência, a construção do conhecimento empírico e os primeiros microscopistas. Ainda no 4º bimestre deste ano, o aluno deve reconhecer a diversidade de seres vivos no planeta, relacionando suas características aos seus modos de vida e seus ambientes. No 1º ou no 2º bimestre do 3º ano do Ensino médio, são vistos conteúdos e trabalhadas habilidades e competências no aluno que giram em torno de conceitos ligados a ecologia e ecossistemas e ao meio ambiente.

Portanto, pode-se trabalhar a observação de água de bebedouros (LORETTE, 2015), de bromélias, de córregos ou de rios poluídos e/ou contaminados a fim de reconhecer a existência desses microrganismos, bem como discutir sobre seus hábitats e suas interrelações, além de que Planinsic (2001), o primeiro a testar este modelo na literatura também sugere, por comparação, em seus resultados a observação de microinvertebrados.

Algumas limitações foram percebidas ao longo dos testes. Em primeiro lugar, não existe possibilidade de ajuste de foco, restringindo-se à projeção de sombras do que estiver suspenso no interior da gota. Por conta dessa impossibilidade é importante ressaltar que se torna bem difícil identificar algum microrganismo específico, a não ser que a amostra já tenha alguma estrutura ou algum ser vivo já identificado a ser visualizado. Outra questão analisada é a restrição de que a amostra deve sempre ser líquida e ser colocada na seringa de forma suspensa em uma gota de água a fim de ser transpassada pelo feixe de *laser* e o conteúdo possa ser observado. A gota, portanto, funciona tanto como lente quanto como estrutura que abriga a amostra a ser observada.

4.1.2 Microscópio “Lente de vidro transparente”

Durante a construção deste modelo descrito por Soga *et al.* (2017) diversas lentes retiradas de borrifadores e válvulas de sabonete líquido foram testadas (**fig. 26**), sendo algumas de vidro e outras de um material plástico semelhante ao acrílico. Todas as lentes estavam muito opacas e não possibilitaram enxergar nenhuma estrutura microscópica a ponto de ser registrado. O mecanismo de foco e de acomodação da amostra também não se mostrou viável para o uso na microscopia de estruturas celulares ou de lâminas biológicas. No entanto, ao contrário dos resultados aqui apresentados, os autores supracitados destacam ter conseguido observar estruturas invisíveis a olho nu a partir deste modelo descrito e testado, o que não anula a funcionalidade do modelo, podendo simplesmente não terem sido testadas lentes transparentes o suficiente para fornecer imagens aumentadas. Pelas razões mencionadas, o referido modelo não foi incorporado ao manual, produto desta dissertação.

Figura 26 - Válvulas e borrifadores utilizados para a retirada das "lentes".

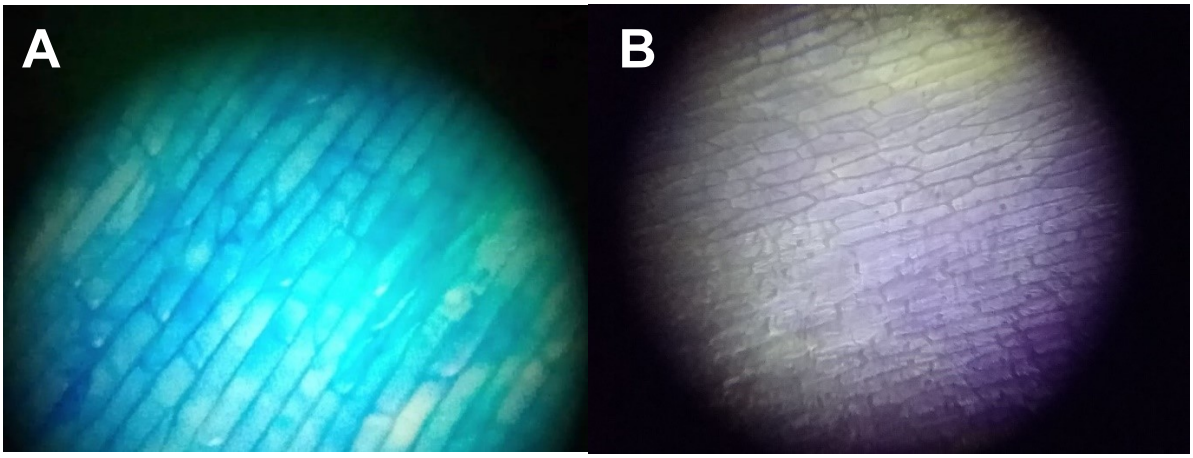
Fonte: O autor, 2019.

4.1.3 Microscópio “Olhar digital”

O teste deste modelo semelhante aos descritos por Costa *et al.* (2017) e pelo canal de comunicação Manual do Mundo (2014) proporcionou resultados na visualização de estruturas microscópicas, em relação à biologia celular, além de possibilitar também a aplicação de técnicas de coloração (ver item 4.1.7), a fim de proporcionar a visualização de estruturas celulares, o que não foi possível no primeiro modelo, tendo em vista a restrição deste a amostras líquidas. Os autores referidos não chegaram a realizar práticas mais elaboradas com amostras biológicas em nível celular, restringindo-se a análise de amostras de cristais (Costa *et al.,* 2017) e outros materiais como dinheiro, uma pena, detalhes de uma formiga, entre outros (Manual do Mundo, 2014).

Ao serem observadas duas lâminas preparadas com epitélio de cebola (*Allium cepa*) com coloração de azul de metileno tornando evidente a estrutura da parede celular, enquanto a coloração com violeta genciana evidenciou o núcleo das células.

Figura 27 - Observação de células de cebola.

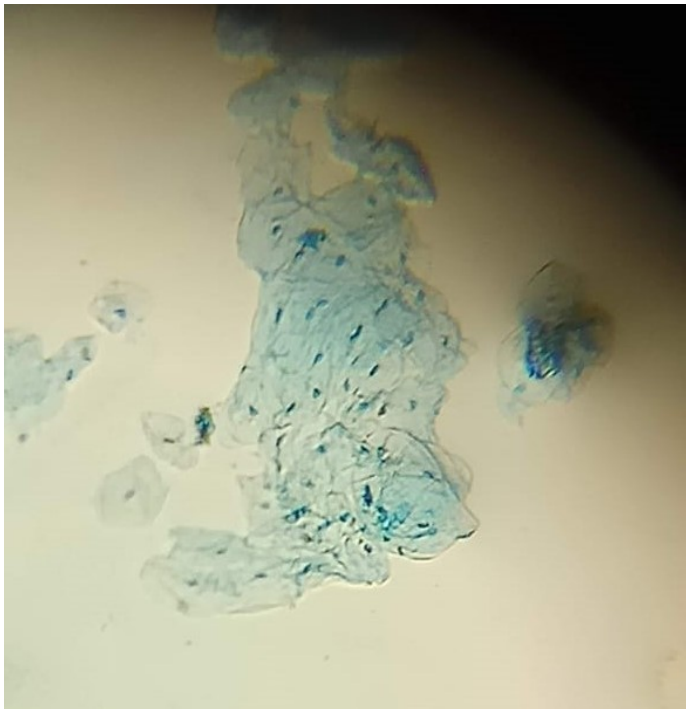


Legenda: (A) – Epitélio de cebola corado com azul de metileno evidenciando estruturas da parede celular; (B) – Epitélio de cebola corado com violeta genciana evidenciando parede celular e núcleo.

Fonte: O autor, 2018.

Este modelo também foi utilizado para visualizar uma lâmina preparada com o esfregaço de uma amostra retirada da mucosa bucal corado com azul de metileno (**fig. 28**), onde foi possível evidenciar os núcleos celulares, devido às características químicas dos ácidos nucléicos ao reagirem com o azul de metileno, um corante básico (BANKS, 1992 apud SOUZA, 2010; PAULINO, ARAÚJO e SALGADO, 2015). A combinação dessas metodologias mostra-se uma boa sugestão de aula prática para lecionar o conteúdo de biologia celular, no 1º ano do E.M.

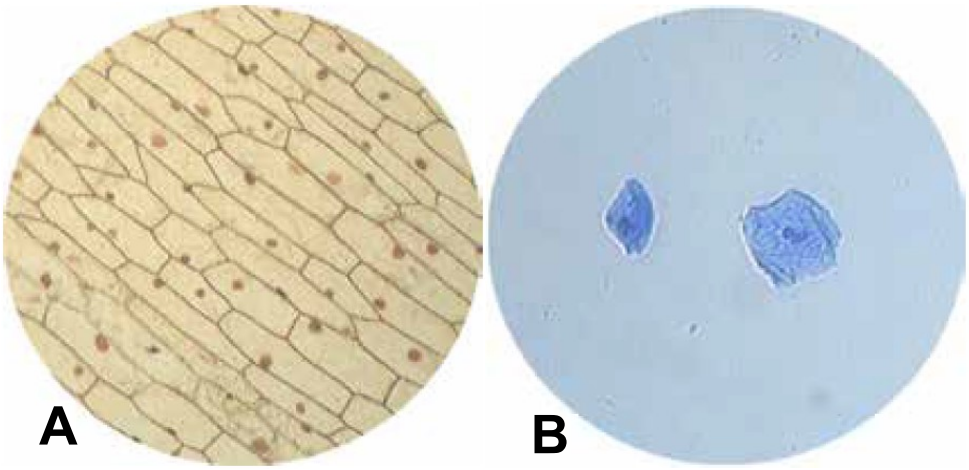
Figura 28 - Células de mucosa bucal coradas com azul de metileno.



Fonte: O autor, 2018.

Para estimativa do aumento da imagem, foi realizada uma comparação das imagens obtidas por nós com as obtidas por Fernandes *et al*. (2017) tomando como base células de epitélio de cebola (**fig. 29a**) e células de mucosa bucal (**fig. 29b**), ambas usando um microscópio óptico, obtendo imagens de 100 e 400 vezes. Assim, a partir dessas comparações foi estimado aumento aproximado de 100x. A ampliação digital pode ser um pouco maior com o auxílio da ferramenta *zoom* da câmera do *smartphone*. Uma alternativa para a realização de uma estimativa de aumento mais precisa é a utilização de papel milimetrado para comparação.

Figura 29 - Epitélio de cebola e células de mucosa bucal.



Legenda: (A) – Células de epitélio de cebola coradas com lugol visualizadas em microscópio óptico convencional em aumento de 100X. (B) – células de mucosa bucal coradas com azul de metileno em um aumento de 100X.
Fonte: Retirado do trabalho de Fernandes *et al.* 2017.

Devido a capacidade de aumento estimada para este microscópio, talvez seja possível a visualização e a identificação de alguns microrganismos, porém neste trabalho não foram obtidas imagens nítidas que confirmassem essa suposição. Por outro lado, os resultados aqui apresentados validam a utilidade deste modelo para práticas de biologia celular.

Seguindo o currículo básico do Estado do Rio de Janeiro (2012), pode-se utilizar este modelo no 1º bimestre do 1º ano do Ensino médio, período em que é previsto que o aluno esteja construindo conhecimento que o permita reconhecer a célula como unidade morfofisiológica de todas as formas de vida. Ainda no 1º ano do Ensino Médio, no 2º bimestre, o microscópio pode ser utilizado para identificar mecanismos de divisão celular em células somáticas e na formação de gametas.

4.1.4 Microscópio “Olhar digital II”

Para avaliação deste modelo “Olhar digital II”, que utiliza uma lente de *webcam* invertida acoplada a um *smartphone*, foi seguido o tutorial do canal do *Youtube* Manual do Mundo (2017), disponível em https://www.youtube.com/watch?v=HwHJhti5fLs. O vídeo não mostra testes com amostras biológicas limitando-se a observação de dinheiro, cerdas de escova de dentes e rolha de cortiça.

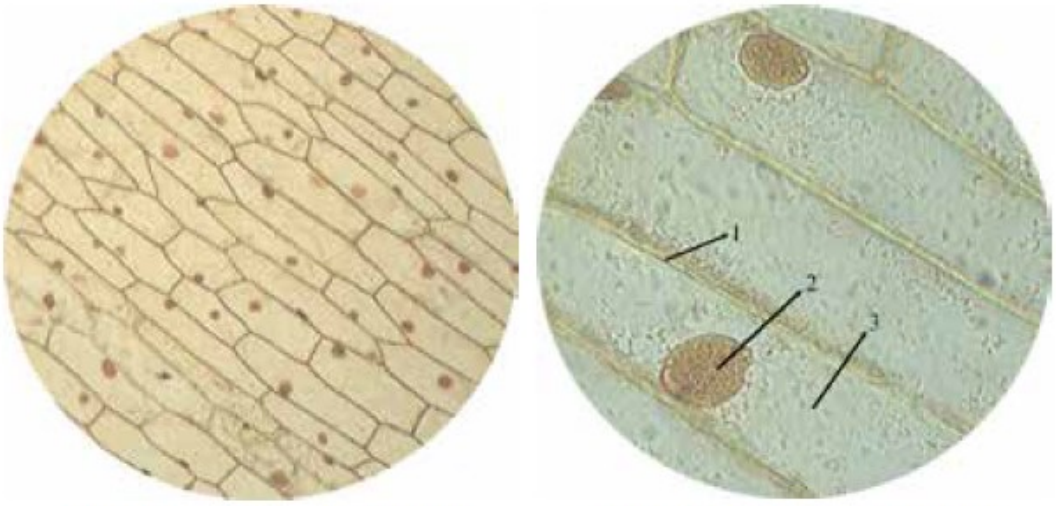
Uma modificação importante foi a não utilização do suporte sugerido para o celular e amostras. Tal alteração deveu-se ao fato de que o suporte impossibilitava um bom ajuste de foco. A utilização apenas da lente da *webcam* e o celular como microscópio deu maior versatilidade ao modelo, uma vez que é possível de locomover pela sala de aula com o modelo construído e assim atender os alunos, além da possibilidade de realizar observações *in loco*, ou seja, numa saída de campo por exemplo. Por outro lado, a dificuldade para o ajuste de foco não foi superada, e além disso a manutenção do mesmo campo de visão do microscópio para observação da imagem também não é trivial.

A figura 30 mostra o epitélio de cebola corado com violeta genciana com os núcleos bem evidenciados. Quanto ao aumento, esses resultados ao serem comparados aos de Fernandes *et al*. (2017) (**fig. 31**) é da ordem de 100x, sendo neste caso (com essa lente que foi testatda) um pouco mais eficiente que o microscópio descrito em 4.1.5, permitindo a mesma versatilidade e praticidade. Mais uma vez é importante ressaltar que o aumento alcançado depende da lente utilizada, que apresenta variação entre os modelos de *webcams*.

Figura 30 - Observação de células de cebola com núcleos evidentes.

Fonte: O autor, 2018.

Figura 31 - Células de cebola com aumento de 100X e 400X.



Aumento de 100x – Com corante

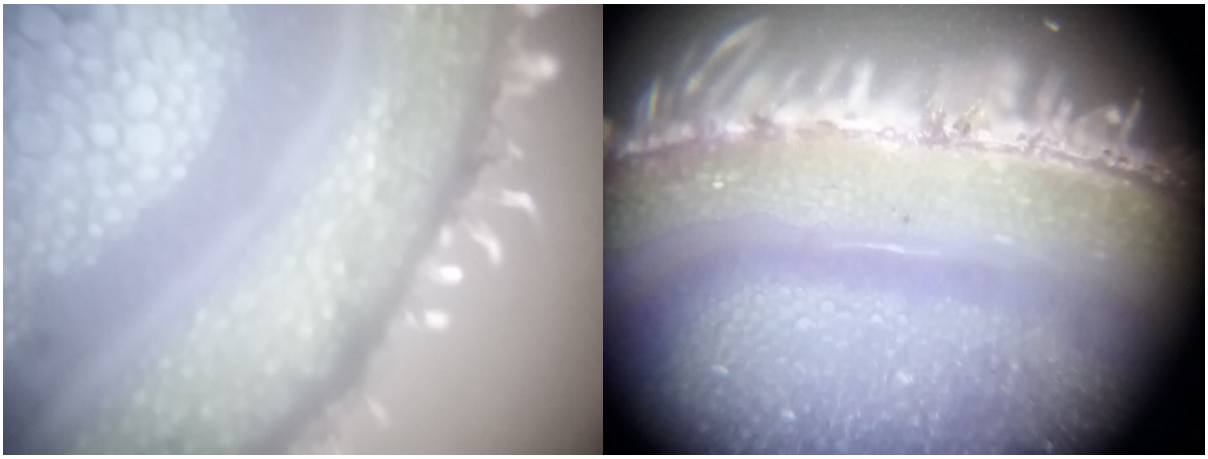
Aumento de 400x – Com corante

1- Superfície de células adjacentes (membrana plasmática + parede celular + lamela média+ parede celular+ membrana plasmática)
2- Núcleo
3- Citoplasma

Fonte: Retirado do trabalho de Fernandes *et al.* 2017.

Foi possível também obter imagens de diferentes tecidos e estruturas vegetais de um exemplar não identificado em uma mesma amostra, a partir de um corte utilizando uma lâmina de barbear (**fig. 32**).

Figura 32 - Corte histológico vegetal de um exemplar não identificado.



Fonte: O autor, 2019.

Portanto, a partir dos resultados obtidos acima e tendo em vista o currículo básico do Estado do Rio de Janeiro (2012), o modelo “olhar digital II” pode ser utilizado a fim de alcançar as habilidades e competências a seguir: no 2º e 3º bimestre do 2º ano do ensino médio, o aluno deve reconhecer a existência de diferentes tipos celulares, bem como o funcionamento de cada uma delas em seus processos bioquímicos e biofísicos, e em relação ao ambiente em que cada organismo vive. A utilização deste microscópio para observar alguns tecidos vegetais e animais comparando sua morfologia e características principais, por meio de cortes histológicos pode, consequentemente, propiciar uma aprendizagem significativa ao aluno.

Para este modelo também foi possível avaliar a possibilidade de se estudar organismos microscópicos de vida livre. Para isso foi realizada a observação de amostras de água de bromélia através do referido microscópio artesanal. Como resultado, foi possível visualizar microinvertebrados como larvas de *Chironomidae* (**fig. 33**, **vídeo 03**), abundantes nos ambientes aquáticos que medem cerca de 700µm nos primeiros estágios (CANTEIRO, 2008), e alguns rotíferos (**fig. 34, vídeos 04** e

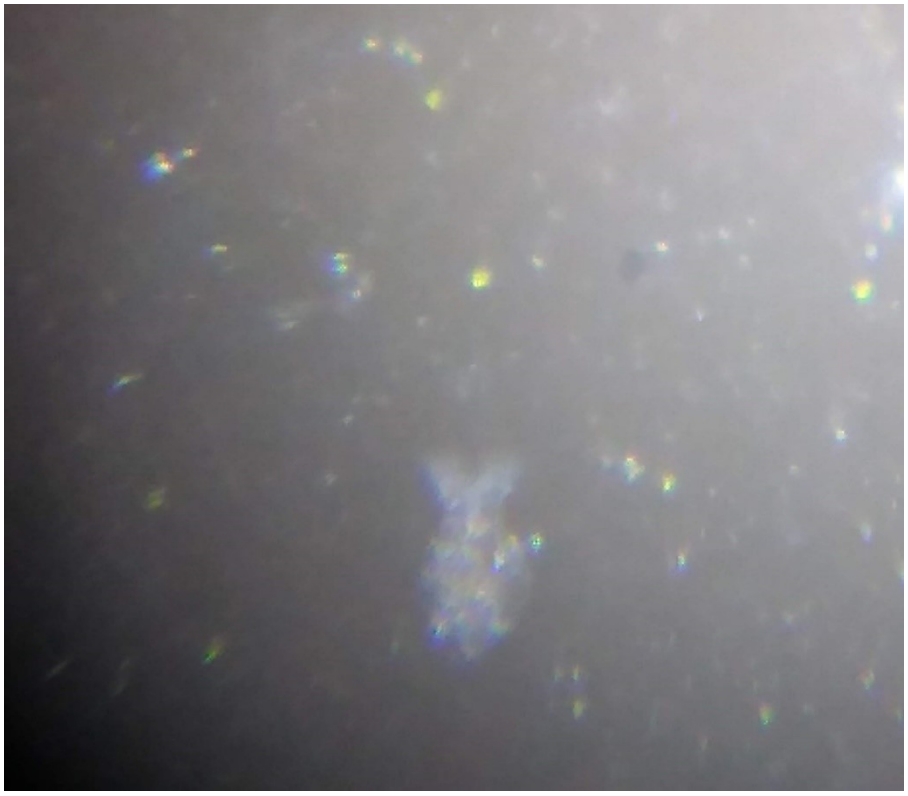
04), microeucariotos de 10 a 50µm de tamanho médio, podendo ser observados com um aumento de aproximadamente 200 vezes (Yi-Long, Gui-Yun e Hong-Jun, 2002).

A utilização deste microscópio para verificação da "biodiversidade escondida" existente em meio aquático ou terrestre possibilita a abordagem de conteúdos como Ecologia de Comunidades (1º ou 2º bimestre do 3º ano do ensino médio), além da diversidade microbiológica/microscópica e seus modos de vida (4º bimestre do 1º ano do ensino médio).

Figura 33 - Larva de *Chironomidae* vista com o microscópio "Olhar digital II".

Fonte: O autor, 2018.

Figura 34 - Rotífero visto com o microscópio "Olhar digital II".

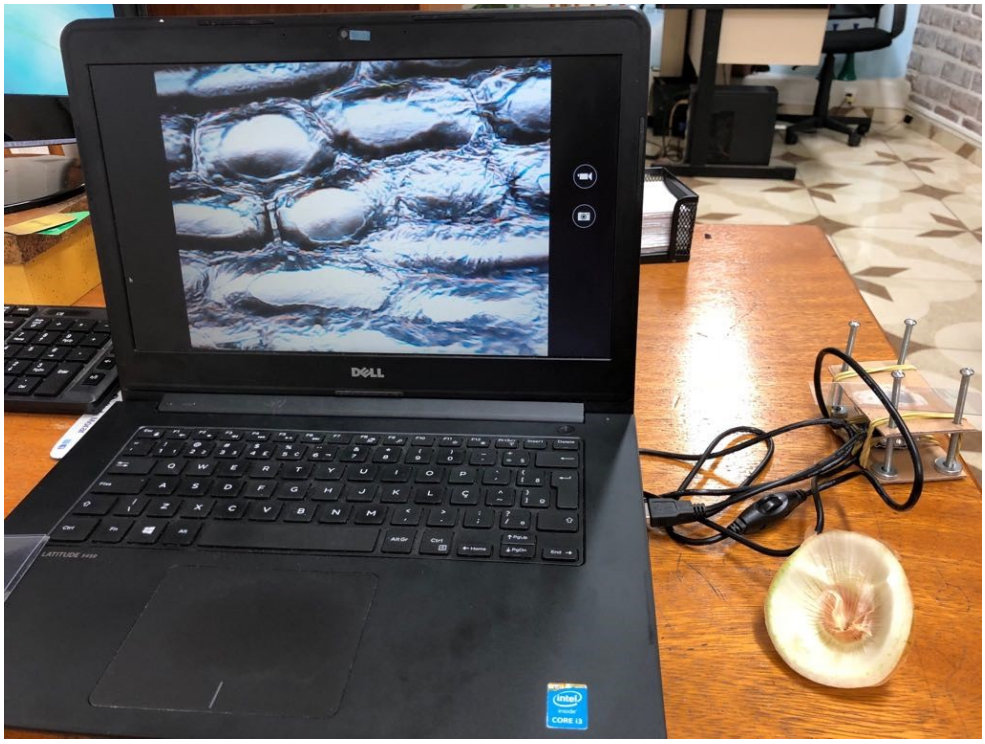


Fonte: O autor, 2018.

4.1.5 Microscópio “*webcam* (lente invertida) + *computador*”

Este modelo foi construído de acordo com as instruções fornecidas pelo canal do *Youtube* Manual do Mundo (2016), disponível em https://www.youtube.com/watch?v=WufR6iwfQxY. Durante os testes, foi avaliado desempenho do microscópio com amostras de epitélio de cebola e com uma cultura de protozoários. Para observação do epitélio de cebola, foi realizada uma preparação a fresco de uma camada de células, sem nenhum tipo de coloração e foi utilizada uma a lâmina de plástico construída com a própria embalagem da webcam. A figura 35 mostra o resultado obtido, mostrando que foi possível visualizar os contornos da parede celular. A comparação com imagens obtidas por Fernandes *et al*. (2017) sugere um aumento maior que 100 vezes. Esses resultados confirma os obtidos pelo Manual do Mundo (2016).

Figura 35 - Microscópio em funcionamento observando células de epitélio de cebola.



Fonte: O autor, 2018.

Um outro teste foi realizado com a amostra cedida pela Fiocruz de uma cultura de protozoários ciliados e não patogênicos *Tetrahymena* sp. colocada sobre a lâmina de plástico. Neste teste conseguimos visualizar os protozoários vivos se locomovendo pelo meio de cultura (**vídeo 6**). Os conteúdos possíveis de serem trabalhados utilizando esse modelo são os mesmos que foram indicados para o microscópio “Olhar digital II”. A vantagem deste modelo é um maior controle de foco e manutenção do campo de visão. O principal aspecto negativo diz respeito a estrutura feita de papelão que se danifica (amolece) durante o manuseio.

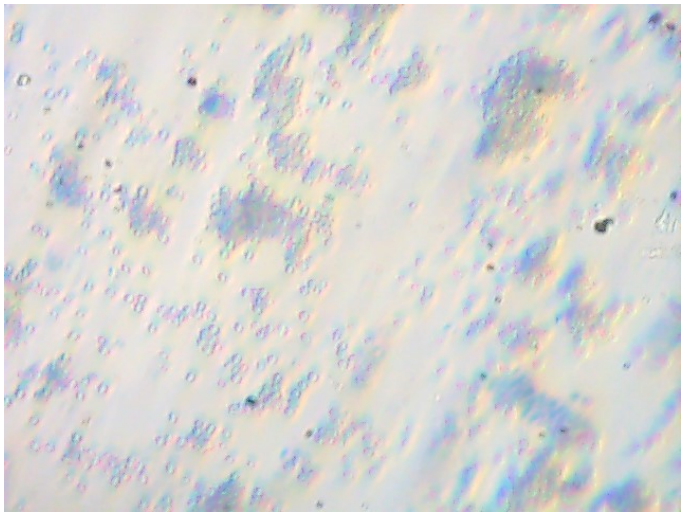
4.1.6 “Microcamscópio”

Durante os testes do modelo anterior algumas limitações foram observadas. Dentre elas o material (papelão ou capa dura de caderno) é muito fácil de ser manuseado e obtido, porém não garante muita estabilidade à amostra a ser analisada, além de que com o tempo e com a utilização essa estabilidade diminui ainda mais, pois o papelão vai perdendo gradativamente a rigidez. Uma outra dificuldade é que o foco se dá por meio de quatro parafusos formando um “retângulo” e estes devem ser cuidadosamente utilizados em conjunto, porém de forma independente, fator este que dificulta a obtenção e a manutenção do foco da amostra durante a observação.

Com vistas a minorar estas limitações, foi elaborado um novo modelo descrito no item 3.2.6. Nele o papelão foi substituído por madeira de caixote, tornando o modelo mais estável e ainda viável em termos econômicos e de construção; e o mecanismo de subida e descida do suporte de lâmina (platina) foi simplificado, sendo que para seu funcionamento é necessário apenas um parafuso maior e mais robusto com o auxílio de algumas porcas e arruelas.

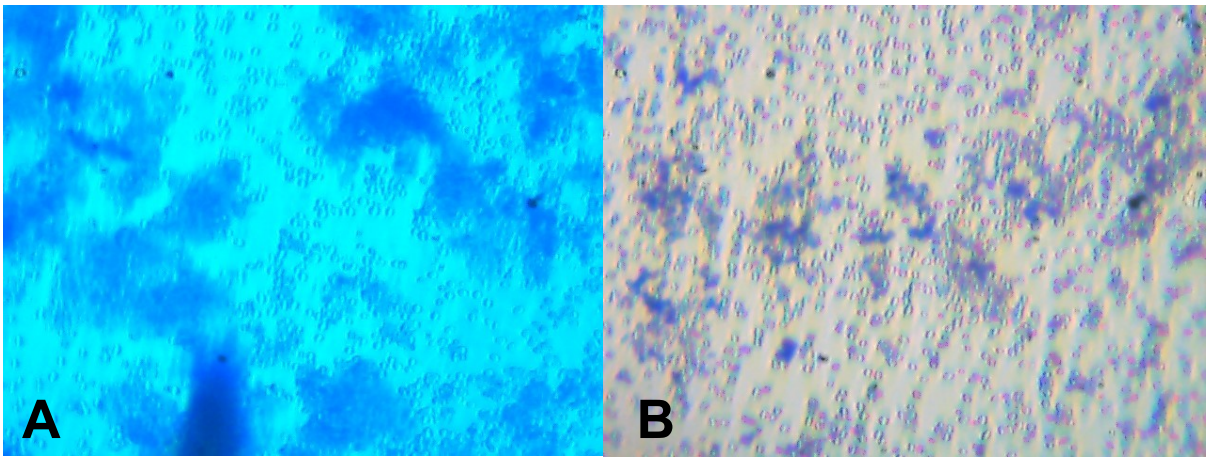
Para esse novo modelo, assim como os dois últimos mencionados, foi possível analisar uma grande diversidade de materiais distintos. A primeira amostra observada foi o fermento biológico, com o intuito de observar as leveduras, organismos unicelulares eucariontes que se utilizam da glicose como fonte de energia. As figuras 36 e 37 mostram os resultados obtidos, sem e com coloração respectivamente.

Figura 36 - Amostra de leveduras sem processo de coloração.



Fonte: O autor, 2019.

Figura 37 - Amostras de leveduras coradas.



Legenda: (A) – Leveduras coradas com azul de metileno; (B) – Leveduras coradas com violeta genciana.

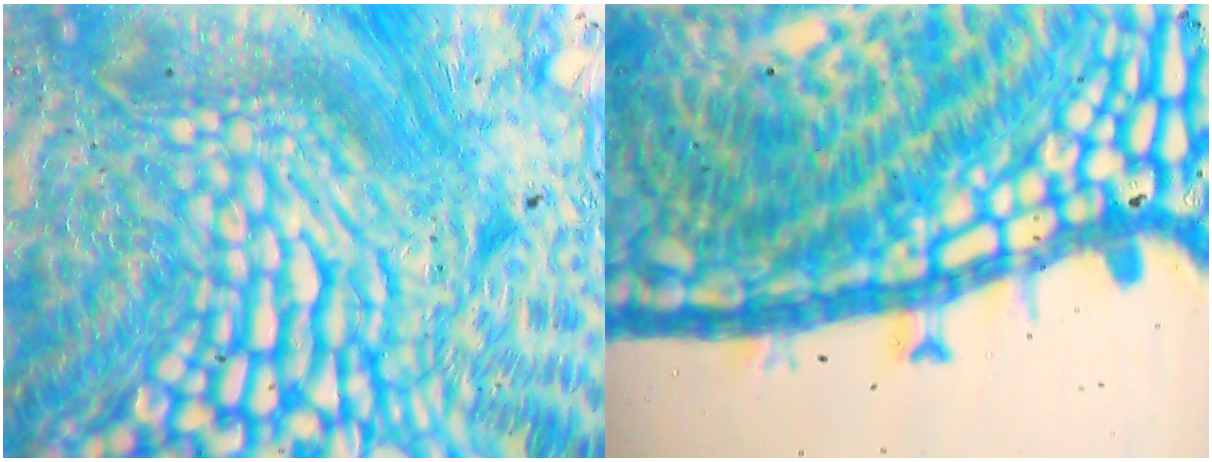
Fonte: O autor, 2019.

A segunda amostra analisada foi a da “água de bromélia” onde foi possível visualizar uma grande quantidade e variedade de seres vivos microscópicos. Como a amostra foi analisada colocando uma gota sobre a lâmina e considerando as limitações do modelo devido à ausência de uma estrutura semelhante a um *charriot,* que em um microscópio óptico convencional funciona movendo a mesa num plano horizontal para todos os lados facilitando a análise e o escaneamento da amostra

sobre a lâmina, houve dificuldade de capturar imagens nítidas, pois os microrganismos se moviam pela amostra de forma muito rápida. Um melhor registro do material observado foi possível através de vídeos feitos com a *webcam* durante a visualização da amostra (**vídeos 7**,**8** e **9**). As amostras foram analisadas *in natura* e com ambos os procedimentos de coloração, tanto com violeta genciana quanto com azul de metileno gerando resultados de observação muito semelhantes entre si, porém mais nítidos do que com a visualização *in natura.*

Um outro material utilizado para testar o novo modelo foi um corte histológico de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) corado com azul de metileno, onde foi possível enxergar algumas estruturas secretoras de óleos essenciais, bem como os tecidos periféricos .

Figura 38 - Observação de um corte histológico de alecrim.



Fonte: O autor, 2018.

Este novo modelo de microscópio desenvolvido durante o projeto é indicado para visualizar todas as amostras em todos os contextos descritos anteriormente, exceto os procedimentos específicos do primeiro modelo, que não usa lâminas. Foi possível comprovar com os resultados anteriormente descritos a funcionalidade para o seu uso em aulas práticas de biologia, no ensino médio, com uma qualidade superior aos microscópios apresentados anteriormente graças ao mecanismo de ajuste de foco. Além disso, o fato de estar acoplado ao computador permite a projeção da imagem grande e visível para os alunos através do computador, mesmo que não haja

o recurso do projetor multimídia. Dessa forma, sugerimos que sempre que haja recursos disponíveis, este modelo possa atuar como recurso didático para todas as habilidades e competências presentes no currículo básico do Estado do Rio de Janeiro já mencionadas neste trabalho.

Conforme relatado acima este modelo conseguiu gerar imagens muito nítidas e melhorou bastante o controle do foco. No entanto, assim como os outros modelos, este não permite “passear” pela lâmina, pois não existe uma estrutura semelhante a um “*charriot*”. Desta forma para mover a lâmina ainda é necessário usar as mãos gerando movimentos mais bruscos e exigindo muito mais controle.

Apesar de existir um parafuso que funciona como um “Macrométrico” (ajuste grosso de foco), a função do “micrométrico”, ou seja, o ajuste fino ainda deve ser feito cuidadosamente com as mãos na outra extremidade da parte superior do suporte, próximo à lâmina com a amostra.

4.1.7 Testes de Coloração

A partir de protocolos já estabelecidos na literatura, foram realizados ajustes para que as colorações com azul de metileno e violeta genciana pudessem ser realizadas em sala de aula, sem a necessidade de utilização de reagentes potencialmente nocivos à saúde ou calor. O protocolo obtido com melhor desempenho para coloração das amostras, está descrito a seguir:

1º Fixação – Colocar a amostra colocada sobre a lâmina e submetê-la a secagem em temperatura ambiente por 15 minutos;

2º Corante – Colocar 2 gotas de corante sobre a amostra e esperar a ação do mesmo por 5 minutos;

3º Lavagem – Lavar a lâmina corada em água corrente por aproximadamente 15 segundos para tirar o excesso de corante;

4º Secagem – Realizar a secagem da amostra em temperatura ambiente por mais 15 minutos;

Após esses procedimentos a amostra está pronta para ser observada ao microscópio.

4.2 Validação do Manual: *Workshop* "Universo microscópico"

Após a aprovação do projeto desta dissertação por parte da coordenação do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (ProfBio), este foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa (COEP) do ProfBio no polo da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) por meio da Plataforma Brasil, a fim de que também obtivesse aprovação e pudesse ser aplicado sob a forma de *Workshop*. Este projeto, portanto, foi aprovado sob o parecer do COEP: 2.990.091.

O projeto previa a realização de dois *Workshops* com capacidade para 30 pessoas cada, totalizando 60 pessoas entre professores da rede municipal e privada, alunos de graduação em licenciatura de biologia, além dos próprios alunos do Programa de Mestrado ProfBio, contudo as circunstâncias permitiram a realização de apenas uma edição com capacidade para 30 pessoas que aconteceu na sala 222 B do Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha (Haroldinho), no campus Maracanã da UERJ. Ao final, a atividade contou com um total de 15 participantes.

O *workshop* teve 6 horas de duração. As atividades tiveram início somente após esclarecimento aos participantes dos objetivos e riscos da dinâmica e concordância e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO A). Após assinarem, os participantes tiveram a oportunidade de construir quatro modelos de microscópios já descritos neste trabalho, seguindo as instruções do manual preliminar produzido como produto desta dissertação e testá-los utilizando as amostras sugeridas, bem como os métodos de coloração. Os modelos construídos foram: "canhão *laser*", "olhar digital", "olhar digital II", e o novo modelo que foi batizado de "microcamscópio" durante o workshop, por sugestão de um dos participantes.

Após a construção e teste dos modelos, os participantes responderam um questionário (APÊNDICE A) que visou evidenciar o perfil do público e compilar as impressões e sugestões sobre a dinâmica do *workshop* e sobre a versão do manual "Universo Microscópico" que foi apresentado, afim de gerar subsídios para o aprimoramento do manual e gerar uma versão final (APÊNDICE B) mais apropriada para o cumprimento dos objetivos do trabalho.

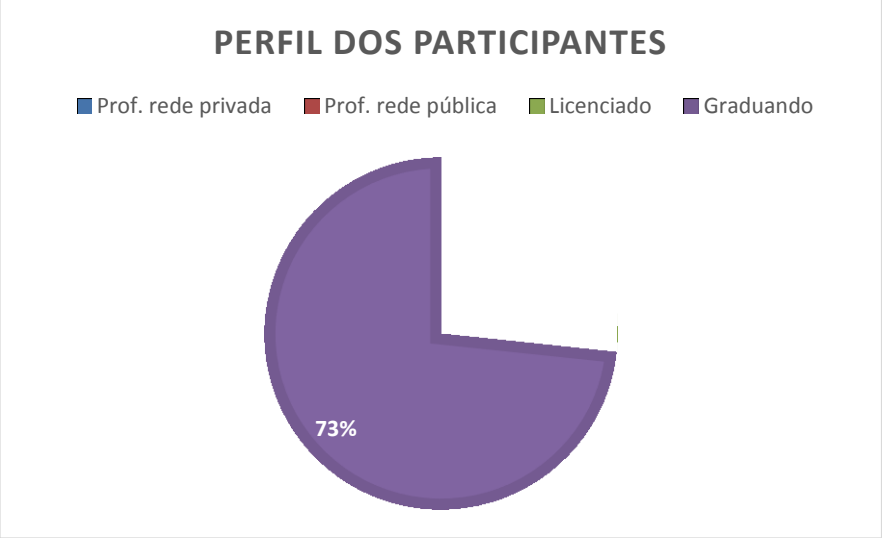
4.2.1 Questionário : Sondagem do perfil dos participantes

Entre os participantes fizemos uma sondagem a respeito do perfil geral, dentre alunos de graduação, pós-graduação e se já lecionavam em instituições públicas e/ou privadas. Foi perguntado também se já haviam utilizado alguma vez um microscópio óptico em sala de aula e se em caso positivo, haviam feito uso como alunos e/ou professores, bem como as práticas realizadas em suas experiências.

Também foi perguntado a respeito dos principais momentos em que eles acreditavam que o uso da microscopia seria mais adequado em sala de aula, e qual a importância de se trabalhar com este recurso como uma ferramenta de ensino.

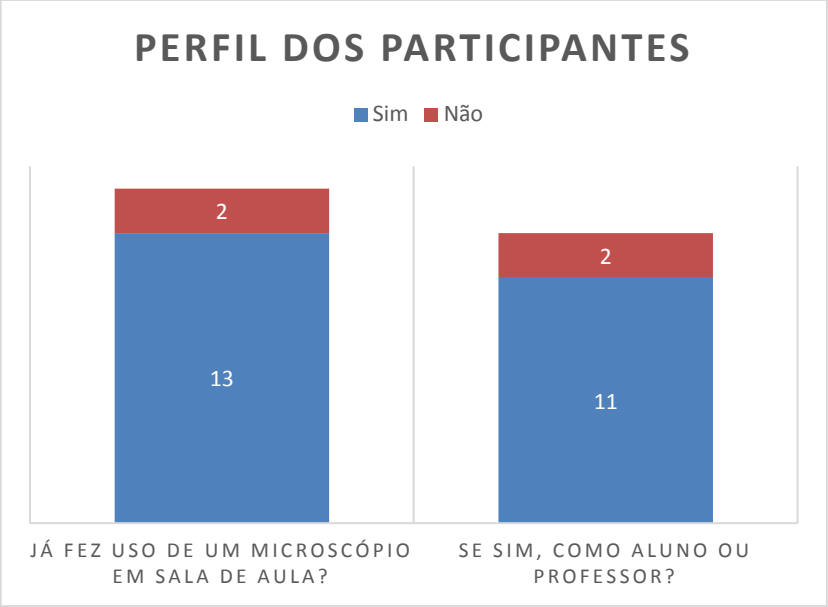
As respostas podem ser observadas nos seguintes gráficos 1 e 2:

Gráfico 1 - Perfil dos participantes I



Fonte: O autor, 2019.

Gráfico 2 – Perfil dos participantes II.



Fonte: O autor, 2019.

O público do *workshop* consistiu majoritariamente de graduandos em Ciências Biológicas, como esperado dado ao fato da maior divulgação ter ocorrido dentro da universidade. Tal fato pode justificar também a maioria dos presentes só ter utilizado microscópios enquanto alunos. Em relação ao questionamento sobre em quais momentos eles utilizaram o microscópio, foram destacadas práticas no âmbito da biologia celular, histologia, microbiologia (observação de leveduras e microalgas), educação ambiental (qualidade da água), parasitologia, ecologia, limnologia, zoologia (morfologia animal) e até geologia (estudo de rochas) e sobreposição de lentes (ensino de física).

Ao serem questionados sobre os momentos adequados para práticas que utilizassem a microscopia as respostas foram ao encontro dos conteúdos com os quais vivenciaram a prática (vide questão anterior), além de desenvolvimento do método científico, higiene, microbiologia no âmbito do estudo de protozoários, ficologia (estudo das algas) e biodiversidade. Dentro dessa mesma questão foi perguntada qual a importância do uso de um microscópio em uma prática de sala de aula, e obtivemos alguns padrões de resposta aos quais alguns exemplos são citados a seguir: “Contextualiza a teoria com a prática”; “Uma maior mobilização do aluno”; “É importante para tornar concretos os conteúdos com maior nível de abstração”; “É

importante para uma maior fixação do conteúdo que é explicado"; "...quebrar o mito de que toda célula tem formato de 'ovo'...".

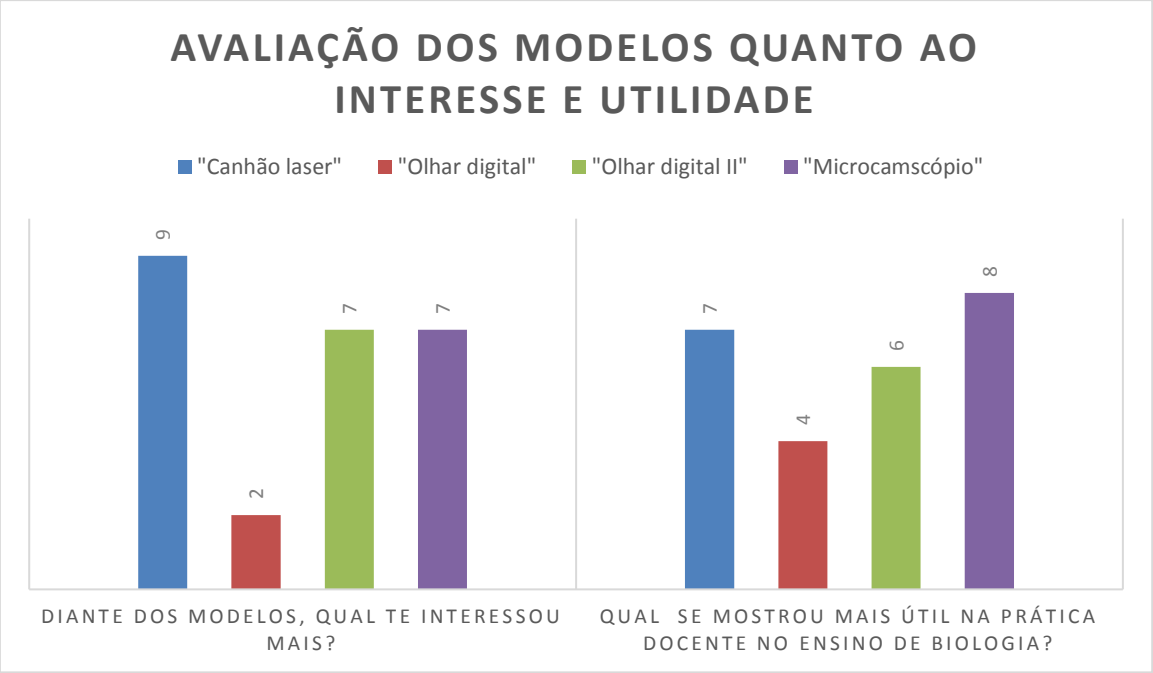
4.2.2 Questionário: Potencial da ferramenta "microscópio artesanal"

Para avaliar esse quesito foi pedido aos participantes que fizessem considerações a respeito do uso de microscópios artesanais nas escolas públicas do Estado do Rio de Janeiro. As respostas seguiram padrões que puderam ser compilados nas seguintes sentenças: "O uso deste material tornaria acessível o contato com aulas práticas, mesmo sabendo que a maioria das escolas não possuem laboratórios ou salas apropriadas"; "Será um uso de extrema importância, entretanto é necessário tempo para planejar e aplicar"; "Acredito que seja válido, pois os materiais são de baixo custo e produzem resultados bem satisfatórios"; "...permite a interdisciplinaridade...";"mostra aos alunos como é possível criar alternativas, promovendo uma aula mais participativa e aguçando a curiosidade e o interesse dos alunos".

4.2.3 Questionário: Avaliação dos modelos

Após esses apontamentos iniciais a respeito para conhecimento do perfil dos participantes e suas expectativas para se trabalhar com um microscópio artesanal, as perguntas tiveram por objetivo fazer com que os participantes avaliassem o manual de acordo com os critérios estabelecidos em cada questão, a saber: interesse pessoal, utilidade e funcionalidade, praticidade, potencial em gerar interesse por parte do aluno diante da metodologia e proposta de uso. As respostas foram compiladas no gráfico 3:

Gráfico 3 – Avaliação dos modelos



Fonte: O autor, 2019.

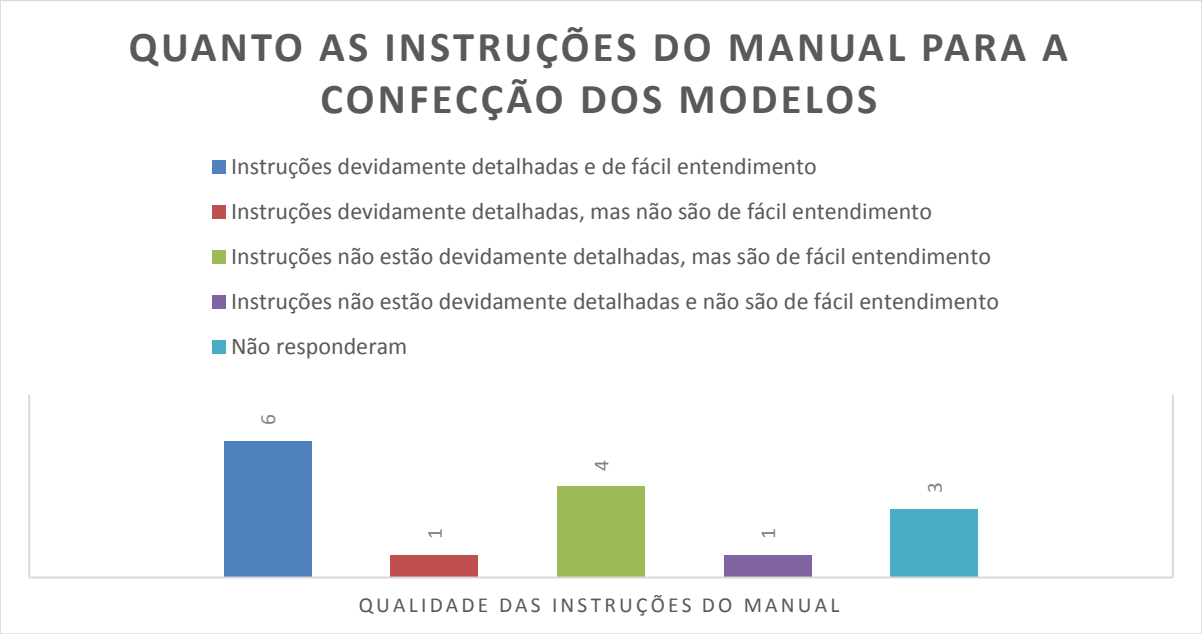
A respeito das dificuldades encontradas na construção e utilização dos modelos algumas informações merecem destaque. Sobre o “Canhão *laser*” os participantes destacaram a facilidade, mesmo diante das limitações apresentadas pelo modelo. Sobre o “Olhar digital” alguns participantes relataram sobre a dificuldade de conseguir a lente e de ajustar o foco através do controle manual, outros sugeriram que se colocasse uma base de apoio para o modelo e para a amostra, o que já existe na literatura e foi descrito por Zea (2016) e Furtado e Sabino (2017), porém foi subtraído nos testes realizados neste estudo. Quanto ao “Olhar digital II” as respostas foram semelhantes às que se referiram ao modelo anterior, entretanto, alguns destacaram sobre a facilidade em conseguir uma *webcam.* A respeito do “Microcamscópio”, destacaram sobre um melhor custo-benefício por abranger uma maior quantidade de possibilidades diante das dificuldades na construção, além de ter um ajuste de foco melhorado. Outras observações foram a respeito da dificuldade em manusear as ferramentas para a construção do modelo, da necessidade de um tempo hábil para a construção do modelo, que não poderia ser feita em apenas uma aula, do envolvimento dos alunos na execução do projeto, e sugeriram a utilização conjunta com uma luminária, ou adaptar um mecanismo de iluminação no próprio modelo.

Por unanimidade, os participantes afirmaram que a construção de modelos de microscópios artesanais despertou neles o interesse a respeito do funcionamento de cada um e nas suas respectivas possibilidades de uso. Todos os participantes concordaram também, que o mesmo pode ocorrer com os alunos durante aulas práticas desenvolvidas com alunos do ensino médio.

4.2.4 Questionário: Avaliação do manual

Dentre as perguntas, algumas foram destinas a avaliação da estrutura e conteúdo do manual preliminar que havia sido produzido, a fim de identificar as inconsistências não detectadas pelos autores, e aprimorar a versão final. As questões versaram sobre o detalhamento e a didática, as sugestões de uso, a seleção das amostras, os métodos de coloração dos pontos descritos no manual, além do desenvolvimento do *workshop* em si. As repostas estão apontadas no gráfico 4.

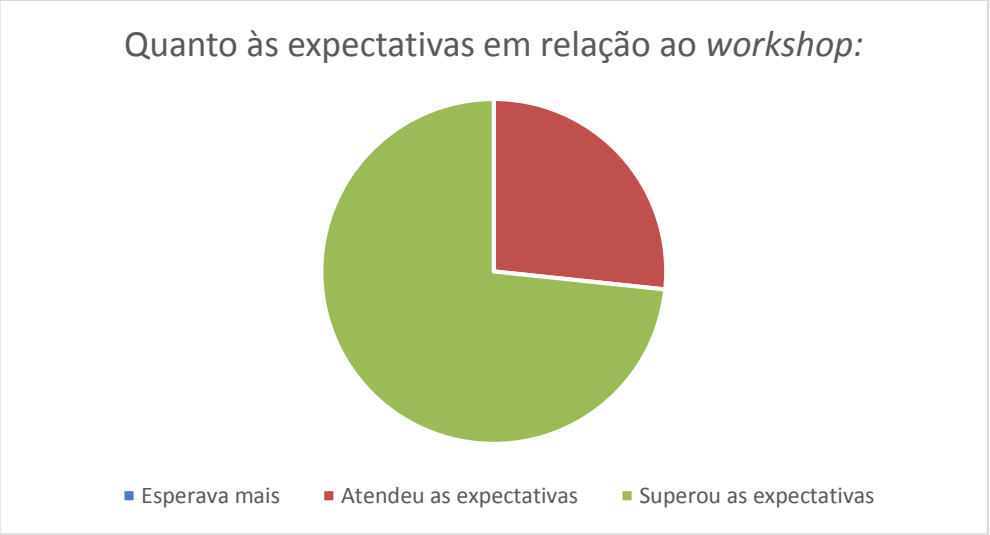
Gráfico 4 – Avaliação da qualidade das instruções do manual.



Fonte: O autor, 2019.

Todos os participantes relataram serem adequadas as sugestões tanto para o uso dos microscópios, quanto a respeito das amostras sugeridas para as práticas contidas no manual. Quanto aos métodos de coloração propostos serem adequados e de fácil execução dos procedimentos, um participante declarou não ter sido fácil executar a metodologia, os demais não mencionaram apresentar quaisquer dificuldades. Por fim, em relação as expectativas dos participantes em relação ao *workshop*, foram observadas as seguintes respostas (gráfico 5):

Gráfico 5 - Avaliação do *Workshop.*



Fonte: O autor, 2019.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi constatado na revisão da literatura que apesar de existirem muitos trabalhos que citassem a construção e utilização de microscópios artesanais, não existia uma análise comparativa entre eles na relação custo-benefício e quanto à complexidade na confecção de cada um deles, tão pouco a utilização dos mesmos em práticas mais elaboradas, com utilização de materiais biológicos diversos e métodos de coloração.

O presente estudo buscou suprir esta lacuna a fim de agregar no desenvolvimento de metodologias para o ensino dos conteúdos relacionados ao universo microscópico como um todo, através do aprimoramento e popularização da prática com microscopia artesanal.

Durante os testes realizados com os diversos modelos, ficou nítido que era possível ultrapassar o tema relacionado à microbiologia e expandir com outras áreas da Biologia, como a Biologia Celular e Histologia e assim o escopo da dissertação foi ampliado.

Diante da seleção e avaliação dos principais microscópios descritos na literatura, foi possível concluir que o melhor modelo a ser construído e utilizado depende, sem dúvida, do momento do ano letivo em que o professor se encontra com sua turma e dos recursos disponíveis. Entretanto, percebe-se de forma notória que todos os modelos em que encontramos resultados positivos, cada um com suas particularidades, se constituem como materiais potencialmente significativos no desenvolvimento da aprendizagem significativa dos alunos, tendo em vista a possibilidade do seu protagonismo na construção do próprio processo do saber.

É importante ressaltar que neste trabalho foi possível reunir tanto a construção e os testes dos modelos, com amostras fáceis de serem obtidas e técnicas de coloração fáceis de serem aplicadas, seguras e de baixo custo e que, como resultado nasceu o manual “Universo Microscópico”. Desta forma, este trabalho compila informações de grande valia para utilização de microscópios artesanais em sala de aula, ferramentas didáticas que tem o potencial de gerar a curiosidade quanto ao funcionamento e as possibilidades do seu uso, ou seja, uma aprendizagem com um cunho de descoberta, investigativo, onde o aluno se torna protagonista do seu próprio processo de aquisição do conhecimento e o professor, um mediador juntamente com as ferramentas colocadas à disposição do aluno.

Algumas pretensões não puderam ser alcançadas, como por exemplo expandir as amostras testadas, bem como elaborar pequenas chaves de identificação para a observação de amostras como “água de bromélia”, além de buscar e testar outros métodos de coloração que venham a enriquecer o manual. No entanto, os principais objetivos propostos foram contemplados.

O novo modelo de microscópio artesanal desenvolvido ao longo dessa dissertação apresenta melhorias em relação aqueles anteriormente descritos na literatura, no entanto o aprimoramento é necessário. Em especial o desenvolvimento de mecanismos que permitam uma melhor iluminação, talvez acoplados ao próprio modelo, o aprimoramento do mecanismo de ajuste de foco e da estabilidade da amostra, mas sem perder o *status* simples e prático.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. 1. ed. Lisboa: Plátano, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BANKS, W. J. Métodos de histologia. In: BANKS, W. J., **Histologia Veterinária Aplicada**. São Paulo: Editora Manole, p. 5 -14, 1992 apud SOUZA, J. C. Jr. **Controle de qualidade em lâminas histológicas: importância da metodologia de H/E no diagnóstico médico.** 2010. 36p. Monografia (graduação em ciências biológicas). Faculdades Integradas FAFIBE, Bebedouro, 2010.

BARBOSA, F. H. F.; BARBOSA, L. J. de L. Alternativas metodológicas em Microbiologia viabilizando atividades práticas. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.10, n.2, p.134-143, Campina Grande, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. MEC. Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. MEC. Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares Nacionais+: Ciências Naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. MEC. Brasília, 2017.

BRITO, Mauricio Araújo. **Criação de microscópio utilizando materiais alternativos como metodologia para trabalhar o ensino de doenças veiculadas pela água nas séries finais do ensino fundamental.** 2017. 35p. Monografia (graduação em ciências naturais) – Campus São Bernardo, Universidade Federal do Maranhão, São Bernardo, 2017.

CANTEIRO, R. C. S. A. **Ciclo de vida de Chironomus calligraphus Goeldi, 1905 (Diptera, Chironomidae)**. 2008. 53p. Dissertação (mestrado em biologia de ambientes aquáticos continentais), Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2008.

CASSANTI, A. C; ARAÚJO, E. E.; URSI, S. Microbiologia democrática: estratégias de ensino-aprendizagem e formação de professores. **Enciclopédia Biosfera**, n.8, p.1-23, São Paulo, 2008.

CASTRO, D. T. H; MEIRA, E. V.; BARROS, T. G. E.; ANTUNES, F. **Microbiologia: da experimentação à feira de ciências**. In: EREBIO-SUL Encontro regional sul de ensino de biologia - XVI Semana acadêmica de ciências biológicas, n. 6, 2013, Santo Ângelo. 2013.

COSTA, S. I. B. et al. ***Microscopy in Teaching Science*: An interdisciplinary approach**. p. 717-722. In: MÉNDEZ-VILAS. A. *Microscopy and imaging science*: practical approaches to applied research and education. 1. ed. Badajoz, Spain: Formatex Research Center, 2017.

CURVO, E. A. C.; SANTOS, S. J. A. S. A utilização de experimentos relacionados à microscopia óptica na formação de professores. **Revista iniciação & formação docente dossiê do X Seminário de leitura e produção no ensino superior**. V. 2, n. 2, [s.p], 2016.

DAUSTER, Augusto D. **Natureza Invertida: Técnicas alternativas em Macrofotografia**. 2013. 30p. Trabalho de conclusão de curso (graduação em jornalismo). Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2013.

DIAS, K. T. **Conhecendo o microscópio**. 2012. 67p. Monografia (graduação em educação e artes). Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2012.

DIEHL, C. R. P. S.; BOBROWSKI, V. L.; SILVA, M. A. B. V. S. **Cartilha de experiências em Ciências físicas: curso de formação continuada de professores**. 2017. 61p. Dissertação (Mestrado em ciências e tecnologia na educação) – Campus Visconde da Graça. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio Grandense, Pelotas, 2017.

FERNANDES, M. G.; VAINI, J. O.; CRISPIM, B. A.; TEIXEIRA, T. Z. **Práticas de biologia celular**. Ed. UFGD. 109p., Dourados, 2017.

FERREIRA, A. F. **A importância da microbiologia na escola: uma abordagem no ensino médio**. 2010. 69p. Monografia (graduação em ciências biológicas). Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

GITTI, V. L.; SOUZA, M. P.; DIAS, A. P. M., LACERDA, F. K. D. Aprendendo com os microrganismos: uma proposta prática. **Ensino, Saúde e Ambiente,** v. 7, n.1, [s.p], 2014.

FURTADO, M. A. C., Jr.; SABINO, C. V. S. **Proposta de ensino de microbiologia prática na escola fundamental utilizando laboratório alternativo**. 2017. 138p. Dissertação (Mestrado em ensino de biologia). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

LARA, A. E.; SOUSA, C. M. S. G. O processo de construção e de uso de um material potencialmente significativo visando a aprendizagem significativa em tópicos de colisões: apresentações de slides e um ambiente virtual de aprendizagem. **Experiências em ensino de ciências.** v.4, n.2, p.61-82, 2009.

LORETTE, A. et al. ***Água relacionada à saúde*: Desenvolvendo conceitos com alunos de ensino fundamental**. In: Jornada científica e tecnológica do IFSULDEMINAS, n. 7, 2015, Minas Gerais, 2015.

MANUAL DO MUNDO COMUNICAÇÃO. **Manual do Mundo – Faça um microscópio caseiro com celular (experiência de física)**. São Paulo: Iberê Thenório, 2014. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=WufR6iwfQxY >. Acesso em: 17 out 2017.

MANUAL DO MUNDO COMUNICAÇÃO. **Manual do Mundo - Microscópio caseiro com webcam**. São Paulo: Iberê Thenório, 2016. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=WufR6iwfQxY >. Acesso em: 17 out 2017.

MANUAL DO MUNDO COMUNICAÇÃO. **CELULAR + webcam = MICROSCÓPIO ágil e portátil**. São Paulo: Iberê Thenório, 2017. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=oTv5JsG4nIc&vl=pt>. Acesso em: 17 out 2017.

MOREIRA, M. A. **Teorias da aprendizagem**. 1. ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999a.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**. 1. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999b.

MOREIRA, M. A. **A aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2011a.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem significativa em revista**. v.1, n.3, p.25-46, Porto Alegre, 2011b.

MOREIRA, M. L.; DINIZ, R. E. S. O laboratório de biologia no ensino médio: infra-estrutura e outros aspectos relevantes. **Universidade Estadual Paulista-Pró-Reitoria de Graduação. (Org.). Núcleos de Ensino. Editora da UNESP**. v. 1, p. 295-305, São Paulo, 2003.

MYINT, H. H. et al. Water droplet lens microscope and microphotographs. **Physics Education**, V.36, n.2, [s.l.], 2001.

NASCIMENTO, J. V. ***Citologia no ensino fundamental*: dificuldades e possibilidades na produção de saberes docentes.** 2016. 110p. Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) – Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2016.

PAULINO, T. R. S.; ARAÚJO, R. S.; SALGADO, B. C. B. Estudo de oxidação avançada de corantes básicos via reação Fenton (Fe^{2+}/H_2O_2). **Eng. Sanit. Ambient.**, v.20, n.3, p. 347-352, Rio de Janeiro, 2015.

PEDRANCINI, V. D.; NUNES, M. J. C.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; NUNES, W. M. C. Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos. **Ciências educação**, v. 14, n. 1, p. 135-146, Bauru, 2008.

PELIZZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v.2, n.1, p.37-42, Curitiba, 2002.

PEREIRA, R. E. P.; PETRECHEN, G. G. Principais diagnósticos bacterianos – Revisão de literatura. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**, v. 9, n.16, s.p, Garça, 2011.

PINHEIRO, R. C. Q.; PEIXOTO, M. S.; RIBEIRO, I. L. A.; GOMES, D. Q. C.; PEREIRA, M. S. V.; CACIO, M. N. Efeito fotossensibilizador in vitro da violeta genciana na terapia fotodinâmica sobre *Candida albicans*. **Revista Família, Ciclos de Vida e Saúde no Contexto Social**, v. 6, n. 2, s.p, Uberaba, 2018.

PINTO, F. V. **A importância da experimentação no ensino de biologia: uma experiência proposta no conteúdo de morfologia e fisiologia de angiospermas**. 2014. 39p. Monografia (especialização em ensino de ciências) – Campus Medianeira, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

PLANINSIC, G. Water-Drop Projector**. The Physics Teacher**, V. 39, n. 2, p.18-21, Slovenia, 2001.

PRATES, G. C.; DIAS, M. B.; CANDIDO, E. L.; **Microscópio alternativo de baixo custo**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Técnico em meio ambiente) – Campus Araçuaí, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Araçuaí, 2015.

REGINATTO, T. S. C. **Diversidade de bactérias associadas a bromélias do Parque Estadual de Itapuã/RS.** 2008. 83p. Dissertação (Mestrado em microbiologia agrícola e do ambiente), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

RIO DE JANEIRO, Secretaria de educação do Estado do Rio de Janeiro. **Currículo bmínimo do ensino médio – Biologia**. Rio de Janeiro. 2012.

SANTOS, A. S.; COSTA, I. A. S. **Prática investigativa: experimentando o mundo da microbiologia**. In: II Seminário Nacional do Ensino médio – Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2012.

SEPEL, L. M. N.; ROCHA, G. B. T.; LORETO, E. L. S. *Construindo Um Microscópio II*: Bem Simples e Mais Barato. **Genética na Escola**, V. 06, n.2, p. 01-05, 2011.

SEPEL, L. M. N.; ROCHA, G. B. T.; LORETO, E. L. S. Using a replica of Leeuwenhek's microscope to teach the history of science and to motivate students to discover the vision and the contributions of the first microscopists. **CBE – Life Sciences Education**, V. 8, [s.n], p. 338-343, 2009.

SINGH, A. P.; GUPTA A.; GULVADY, R.; MHAMANE, A.; SAUNDERS, T. E. Doing is understanding: science fun in India. **Science in school**. V. 10, n. 34, p. 45-51, 2015.

SOGA, D. et al. Um microscópio caseiro simplificado. **Revista Brasileira de Física**, V. 39, n.4, p. e4506-1-e4506-7, 2017.

SOUZA, J. C., Jr. **Controle de qualidade em lâminas histológicas: importância da metodologia de H/E no diagnóstico médico.** 2010. 36p. Monografia (graduação em ciências biológicas). Faculdades Integradas FAFIBE, Bebedouro, 2010.

VIGÁRIO, A. F. **As tramas do ensino de biologia celular na educação básica: conteúdo específico, prática pedagógica e formação de professores/as**. 2017. 150p. Tese (doutorado em educação), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. 7 ed. São Paulo: Martins Fontes – selo Martins, 2015.

VILLANI, C. E. P. **O Papel das Atividades Experimentais na Educação em Ciências: Análise da Ontogênese dos Dados Empíricos nas Práticas Discursivas no Laboratório Didático de Física do Ensino Superior.** 2007. 197p. Tese (Doutorado em educação) – Faculdade de educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

WALLAU, G. L.; ORTIZ, M. F.; RUBIN, P. M.; LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. Construindo um microscópio, de baixo custo, que permite observações semelhantes às dos primeiros microscopistas. **Genética na Escola**, V. 03, n.2, p. 08-12, 2008.

WELKER, C. A. D. *O estudo de bactérias e protistas no ensino médio*: uma abordagem menos convencional. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 2, n. 2, p. 69-75. Porto Alegre, 2007.

YI-LONG, X.; GUI-YUN, L.; HONG-JUN, J. Population Growth, Body Size, and Egg Size of Two Different Strains of Brachionus calyciflorus Pallas (Rotifera) Fed Different Algae. **Journal of Freshwater Ecology,** v.12, n.2, p, 185-190, London, 2002.

ZEA, Luis F. L. **Propuesta didáctica para la enseñanza y aprendizaje de las ciências naturales en el grado 9° de la básica secundaria a través de actividades experimentales mediante el uso de las NTIC: Estudio de caso en la I.E. León XIII del municipio El Peñol.** 2016. 113p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências exatas e naturais) – Faculdade de Ciências, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2016.

ZOMPERO, A. F. *Concepções de alunos do ensino fundamental sobre microorganismos em aspectos que envolvem saúde*: implicações para o ensino aprendizagem. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 4, n. 3, p. 31-42. Porto Alegre, 2009.

APÊNDICE A – Questionário de avaliação do workshop

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO UERJ	QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PRODUTO "MANUAL UNIVERSO MICROSCÓPICO"	PROFBIO Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

1. Você é: ( ) Licenciando em biologia;
   ( ) Aluno do ProfBio / Professor da rede pública;
   ( ) Professor da rede privada;

2. Você já fez utilização de um aparelho microscópio em sala de aula?
   ( ) SIM ( ) NÃO
   Se sim,
   ( ) COMO ALUNO ( ) COMO PROFESSOR

3. Em caso positivo, que tipo de práticas você já desenvolveu utilizando a microscopia como ferramenta?
   _____
   _____
   _____

4. Em que momentos no estudo da biologia você acha importante o uso da microscopia? Qual a importância do uso desta ferramenta no processo de ensino?
   _____
   _____
   _____

5. Comente a respeito da possibilidade de uso de um microscópio artesanal em sala de aula de escolas públicas do Estado do Rio de Janeiro.
   _____
   _____
   _____

6. Diante dos modelos apresentados durante o *workshop*, qual te interessou mais?
   ( ) "CANHÃO *LASER*" ( ) "OLHAR DIGITAL I"
   ( ) "OLHAR DIGITAL II" ( ) NOVO MODELO

7. Qual acredita ser mais útil na prática docente no ensino de biologia?
   ( ) "CANHÃO *LASER*" ( ) "OLHAR DIGITAL I"
   ( ) "OLHAR DIGITAL II" ( ) NOVO MODELO
   Fique à vontade para sugerir novos nomes para os modelos acima.
   _____

8. Por favor, comente a respeito das dificuldades e facilidades no uso de cada modelo destacando, se possível, algumas sugestões viáveis.

_____

_____

_____

9. Durante o *workshop,* a construção e o uso da microscopia artesanal despertaram em você o interesse no seu funcionamento e nas possibilidades de uso?
( ) SIM ( ) NÃO

10. Acredita que o mesmo pode acontecer aos alunos na prática docente no ensino médio? Se possível, justifique abaixo.
( ) SIM ( ) NÃO

11. Em relação ao manual “Universo Microscópico”:
( ) As instruções para confecção dos microscópios estão devidamente detalhadas e de fácil entendimento
( ) As instruções para confecção dos microscópios estão devidamente detalhadas, porém não são de fácil entendimento
( ) As instruções para confecção dos microscópios não estão devidamente detalhadas, porém são de fácil entendimento
( ) As instruções para confecção dos microscópios não estão devidamente detalhadas e não são de fácil entendimento

12. Sobre as sugestões para o uso dos microscópios contidas no manual “Universo Microscópico”:
( ) São adequadas
( ) São inadequadas
( ) Não tem relevância

13. Quanto ao conjunto de amostras sugeridas para prática com os microscópicos artesanais:
( ) São adequadas e de fácil obtenção
( ) São adequadas, porém não são de fácil obtenção
( ) São inadequadas

14. Quanto aos métodos de coloração propostos:
( ) São adequados e de fácil execução
( ) São adequados, porém não são de fácil execução
( ) São inadequados

15. Quanto às suas expectativas, o *workshop*:
( ) Esperava mais
( ) Atendeu às minhas expectativas
( ) Superou as minhas expectativas

16. Caso queira acrescentar algo mais que julgue relevante para a pesquisa em questão, escreva abaixo:

_____

Manual Universo Microscópico

Diego e Silva Menezes Corrêa

Drª Karina Alessandra Morelli

2019

APRESENTAÇÃO

Microscópios artesanais e suas potencialidades

A experimentação, fundamental para o Ensino de Ciências e Biologia tem o potencial de motivar o aluno e facilitar a compreensão dos conteúdos ao tornar concreto aquilo que é abstrato. Os microscópios artesanais constituem um recurso didático muito versátil e multidisciplinar, que pode ser explorado dentro do conteúdo de Biologia, Física e Química para a Educação Básica. Por exemplo, em Biologia Celular é possível utilizá-lo para melhor compreensão do conceito de célula e suas e estruturas (como parede e núcleo); na Biotecnologia pode ser ferramenta para auxiliar no entendimento do fenômeno da fermentação de pão e cerveja como um processo biológico e químico; em Saúde e Meio ambiente pode ser empregado em práticas de análise qualidade de água, conteúdos relacionados a higiene ou ainda desvendando a biodiversidade escondida; em Física pode ser recrutado para o ensino de Óptica, podendo facilitar o entendimento da formação e ampliação de imagens; na Química, é possível trabalhar o conteúdo referente a ácidos e bases utilizando o microscópio para visualização de coloração de cortes histológicos e estruturas celulares.

Além dos diversos conteúdos e disciplinas que podem incorporar microscópios caseiros como ferramenta didática, um aspecto fundamental reside no fato de que a construção de um equipamento similar àqueles utilizados por cientistas em grandes feitos científicos, bem como as possibilidades de interação e descoberta com tal ferramenta em mãos, dá ao aluno a oportunidade de ser protagonista na construção do próprio conhecimento. O manuseio desta ferramenta didática tem o potencial de propiciar um novo olhar sobre o mundo, estimulando a curiosidade, alimentando a capacidade crítica e criatividade perante os fenômenos biológicos, físicos e químicos que lhes serão apresentados durante a vida.

O manual "Universo Microscópico"

Este manual é uma compilação dos resultados do projeto de mestrado intitulado "**Desvendando a microbiologia com a utilização de microscópios artesanais em salas de aula**", desenvolvido pelo Diego e Silva Menezes Corrêa, aluno do programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – polo UERJ, sob minha orientação. A pesquisa foi constituída das seguintes etapas: **1)** Busca na literatura por modelos pré-existentes de microscópios artesanais e de baixo custo; **2)** Avaliação da viabilidade e complexidade de construção, versatilidade a capacidade de visualização de diferentes microrganismos e estruturas celulares dos modelos cujos autores reportaram a capacidade de observação de organismos e estruturas invisíveis a olho nu; **3)** Testes de amostras e de técnicas de coloração de fácil obtenção e realização e que não impliquem em riscos à saúde e segurança de alunos e professores; **4)** Proposição de um novo modelo de microscópio, baseado nos modelos já descritos, porém com ajustes que consideramos necessários para melhor obtenção de resultados; **5)** Validação do manual por docentes e licenciandos em Ciências e Biologia.

Em nossa avaliação, os três modelos de microscópios artesanais apresentados ao longo do manual mostraram-se bons recursos a serem empregados em sala de aula. O novo modelo proposto por nós garante maior estabilidade para visualização das amostras e maior durabilidade do equipamento. Ressaltamos, entretanto, que a escolha do melhor modelo dependerá, principalmente, do conteúdo a ser trabalhado, do objetivo do professor ao utilizar esta ferramenta didática, do conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto e dos recursos disponíveis. Assim, o intuito deste manual é auxiliar nesta escolha e contribuir para popularização do uso dos microscópios artesanais, através do compartilhamento das informações que compilamos e produzimos durante a realização do projeto.

Cordialmente

Karina A. Morelli

Antes de começar!!!

O Manual traz informações técnicas para a confecção de modelos de microscópios artesanais, porém não deve ser utilizado exclusivamente como um tutorial, mas sugerimos o seu uso com uma abordagem investigativa juntamente com os alunos. Como?

A abordagem investigativa é uma maneira de inserir o aluno em um contexto científico, a fim de ele próprio seja protagonista em seu processo de aquisição do conhecimento, sobretudo por meio do método científico onde, entre outras atividades ele será capaz de pensar e justificar suas ideias tendo como exemplo, as atividades propostas neste manual.

O seu papel como professor é o de orientar o raciocínio dos alunos e não simplesmente expor o conteúdo ou utilizar este manual simplesmente como um roteiro a ser executado. Portanto, aconselhamos que antes de iniciar o uso deste manual, os alunos venham a pesquisar como é o funcionamento de um microscópio convencional e como o aumento é conseguido, a fim de que, uma vez contextualizado, o aluno tenha mais facilidade de aprender com esta ferramenta. Sugerimos também que os próprios alunos tragam coisas que gostariam de observar ao microscópio e, assim, ele entenda o motivo pelo qual talvez alguns materiais sejam adequados e outros não.

Sobre os modelos aqui propostos!

São quatro modelos de microscópios artesanais que possuem diferentes características e funcionalidades. Por conta disso criamos alguns sinais, onde ao lado de cada modelo você verá um ou mais cifrões que fazem referência em relação ao custo médio de cada microscópio. Você verá também uma cor, que poderá ser verde, amarelo ou vermelho, que farão referência ao grau de complexidade na construção de cada modelo, tomando como base o *workshop* realizado na ocasião da validação deste produto.

$ - Até R$10,00.

$$ - De R$11,00 a R$40,00.

$$$ - Acima de R$40 reais.

Fácil **Médio** **Difícil**

Você deseja ver algo a mais do que os seus olhos enxergam???

Para facilitar o seu manuseio elaboramos uma classificação simples a fim de que por ela você tenha mais praticidade em encontrar o melhor modelo a ser utilizado e a amostra mais adequada para o momento.

Se você deseja visualizar microorganismos se movimentando no interior de uma gota d'água utilizando como amostra água de bromélia ou uma água contaminada construa o "canhão *laser*" na página 4.

Se você deseja visualizar células da mucosa bucal ou células de epitélio de cebola, por exemplo, construa o "olhar digital" ou o "olhar digital II" respectivamente nas páginas 7 e 10.

Agora, se você possui um pouco mais de tempo e recursos para planejar e ter uma experiência de maior nível de nitidez e possibilidades de uso construa o "microcamscópio" na página 13, a fim de visualizar todas as amostras acima e ainda cortes histológicos vegetais, bem como leveduras (fermento biológico).

As sugestões de uso contidas neste manual são apenas exemplos que foram testados ao longo do desenvolvimento do trabalho, mas nada impede que seu uso seja expandido para outros horizontes. Ao contrário, é apenas um pontapé inicial a fim de que a aprendizagem da biologia, ou de outras áreas afins se tornem atrativas e interessantes. Aproveite este manual!

1. MICROSCÓPIO "CANHÃO LASER" $$

Este modelo de microscópio simples, idealizado primeiramente por Planinsic (2001) e suas variações, descritas por Dias (2012), Castro (2013), Lorette *et al*. (2015), Curvo e Santos (2016) e Diehl, Bobrowsky e Silva (2017), baseiam-se na premissa de que uma gota de água funciona como uma lente esférica e biconvexa (convergente), que ao ser atravessada por um feixe de luz fará os raios convergirem e se dissiparem ao sair, projetando uma imagem virtual ampliada.

Descrição:

Uma seringa descartável é utilizada para coleta de uma amostra de água que possa conter organismos vivos; esta mesma seringa, já contendo o material a ser analisado em seu interior, deve ser apoiada em uma estrutura para mantê-la em posição vertical e uma pequena gota deve ser projetada para fora dela, porém esta gota deve ficar aderida em sua ponta. De maneira alinhada, um apontador *laser* astronômico deve ter seu feixe direcionado à ponta da seringa (**Figura 1**). A expectativa de aumento segundo Planinsic (2001) e Dias (2012) e de aproximadamente 1000X, caso a gota tenha 2mm de diâmetro e a imagem projetada tenha cerca de 2m de comprimento. O ideal é que se projete a imagem na maior parede branca disponível na sala de aula ou laboratório. A visualização é mais efetiva se o ambiente estiver bem escuro.

Os materiais utilizados sugeridos para montagem do microscópio estão descritos abaixo:

- Apontador laser astronômico;
- 2 copos descartáveis;
- Seringa descartável;
- Livros e elástico;
- Fita adesiva;
- Amostra de água contendo organismos vivos.

Procedimento:

1. Encher os dois copos descartáveis com água **para que sirvam de suporte** para a seringa contendo a amostra;
2. Fazer a coleta da amostra com a seringa;
3. Apoiar as abas da seringa uma em cada copo de forma que ela fique na vertical com a ponta virada para baixo;
4. Com cuidado, pressionar a seringa de modo que uma gota (aprox. 2mm) da amostra fique presa em sua ponta;
5. Prender com fita adesiva o botão de acionamento do laser a fim de que ele fique permanentemente ligado;
6. Com o auxílio de livros ou outro material de apoio, colocar o apontador laser direcionado para a gota de maneira que ela seja transpassada pelo feixe laser e venha a incidir sobre uma parede oposta branca e lisa a uma distância de aproximadamente 2 metros, conforme o esquema abaixo.

DICA: Pode-se usar massa de modelar ou elásticos, por exemplo, para melhor fixar o apontador laser na direção da amostra.
CUIDADO: O feixe laser jamais deve ser apontado contra a visão, sob o risco de causar danos permanentes.

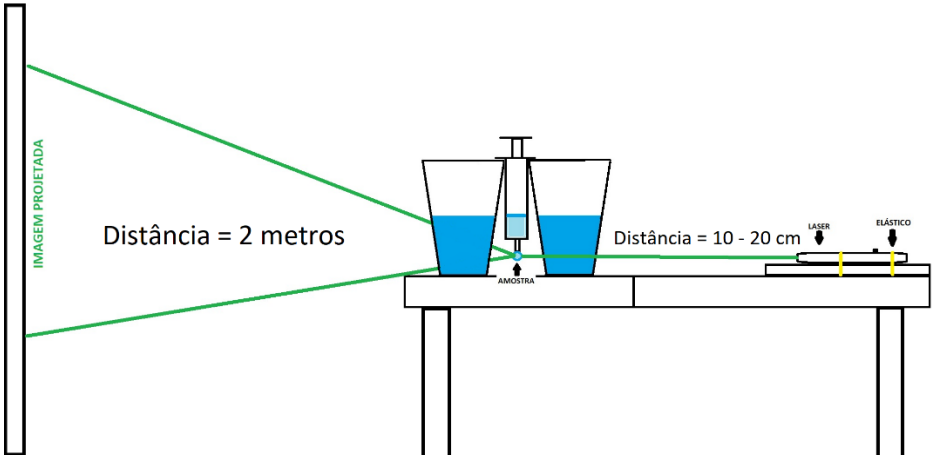


Figura 1 – Montagem do microscópio "Canhão Laser"

Indicações:

Este modelo é interessante para visualizar amostras líquidas como córregos, bebedouros, lagos e "água de bromélia" (**figura 2)**, este último sendo um ótimo micro ecossistema que contém uma grande diversidade de microrganismos de vida livre, tanto procariotos quanto eucariotos unicelulares e pluricelulares como rotíferos e larvas de invertebrados.

Seguindo o currículo básico do Estado do Rio de Janeiro (2012) sugerimos alguns momentos onde práticas envolvendo este modelo de microscópio poderiam ser utilizadas:

No 4º bimestre do 1º ano do Ensino médio, o aluno deve reconhecer a diversidade de seres vivos no planeta, relacionando suas características aos seus modos de vida e seus ambientes. Pode-se ampliar também para se trabalhar no primeiro bimestre conceitos relacionados a elaboração e utilização do método científico na construção do conhecimento empírico. No 1º ou no 2º bimestre do 3º ano do Ensino médio, são vistos conteúdos e trabalhadas habilidades e competências no aluno que giram em torno de conceitos ligados a ecologia e ecossistemas e ao meio ambiente.

Portanto, pode-se trabalhar a observação de água de bebedouros (LORETTE, 2015), de bromélias, de córregos ou de rios poluídos e/ou contaminados a fim de reconhecer esses microrganismos, bem como seus hábitats e suas interrelações.

Figura 2 – Microrganismos presentes em água de bromélia observados ao microscópio "Canhão Laser"

Limitações:

Não existe possibilidade de ajuste de foco, restringindo-se à projeção de sombras do que estiver suspenso no interior da gota no local onde a luz incidiu. Também é importante ressaltar que devido à falta de nitidez e a visualização apenas da silhueta do que está sendo visto é bem difícil identificar algum microrganismo específico, a não ser que a amostra já tenha alguma estrutura ou algum ser vivo pré-determinado a ser visualizado.

A amostra deve sempre ser líquida e ser colocada na seringa de forma suspensa em uma gota de água, sendo que a própria gota atua como lente. Devido a isso esse modelo não permite a visualização de lâminas e o uso de corantes não influencia no resultado.

2. MICROSCÓPIO "OLHAR DIGITAL" $

Alguns modelos encontrados na literatura utilizam-se de lentes plano-convexas (convergentes) presentes em apontadores *laser* e em *drivers* de CD ou DVD, as quais projetam uma imagem virtual ampliada, para construção de um microscópio simples. É o caso dos modelos descritos por Zea (2016) e Costa *et al*. (2017) e pelo canal de divulgação científica "Manual do Mundo" (2014). Reproduzimos a ideia de utilização da lente, porém com algumas adaptações, descritas a seguir.

Descrição:

Uma lente de *drive* de CD ou DVD é retirada do equipamento e acoplada à câmera de um *smartphone*; é utilizada uma base de apoio para o celular (que pode ser um pedaço madeira ou uma pilha de livros) disposta de forma que não cubra a câmera com a lente acoplada e esteja aproximadamente 15 cm de distância da mesa de trabalho; pouco abaixo, uma segunda base para apoio da amostra é colocada (esta segunda base deve ser translúcida, por exemplo, uma capinha de CD); caso o ambiente não seja bem iluminado, ou a mesa de trabalho não seja clara, uma fonte de luz (lanterna ou LED) pode ser colocada abaixo do aparato para melhor visualização da amostra. Nós optamos por não utilizar as bases de apoio, e controlarmos com as mãos a aproximação do microscópio em relação ao objeto (**Figura 5**). Como não encontramos a informação da capacidade de aumento deste modelo na literatura, realizamos uma estimativa através da comparação das

imagens obtidas por nós com aquelas obtidas por Fernandes *et al*. (2017) de células de epitélio de cebola usando um microscópio óptico, com objetivas de 10X e 40X em conjunto com oculares de 10X, totalizando respectivamente 100X e 400X. Encontramos para este microscópio um aumento de cerca de 100 a 200x. A ampliação pode ser ainda maior com o auxílio da ferramenta *zoom* da câmera do *smartphone*. Uma alternativa para a realização de uma estimativa de aumento mais precisa é a utilização de papel milimetrado para comparação.

Os materiais utilizados sugeridos estão descritos abaixo:

g) Lente de drive de CD ou DVD;
h) Fita adesiva;
i) Pedaço pequeno de papelão, E.V.A ou cartão de plástico (carteirinha);
j) Smartphone com câmera;
k) Alicate;

Procedimento:

1. Retirar, com o auxílio de um alicate de ponta fina, as lentes do *drive* de CD/DVD **(a maior 'lente A' tem menor aumento)** (**figura 3)**; **OBS: Nós recomendamos o uso da lente B, que é menor, porém tem maior aumento.**

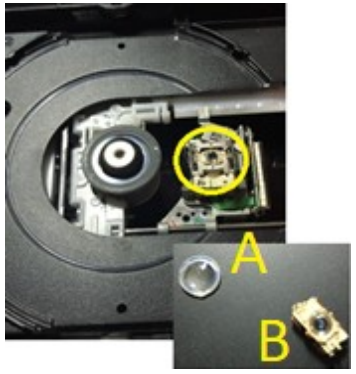


Figura 3- Retirada da lente do Drive de CD/DVD

2. Fazer uma pequena abertura no papelão (ou substituto) capaz de fixar a lente de forma justa;
3. Fixar o papelão com a lente de forma bem alinhada à câmera do *smartphone*, utilizando a fita adesiva conforme a **figura 4**.
4. Aproximar a lâmina (ou outro suporte translúcido) da câmera, a fim de observar a amostra. O próprio telefone é capaz de ajustar automaticamente o foco necessitando, no entanto, de um grande controle manual para manter a amostra no foco (**figura 5**).

Figura 4- Microscópio montado

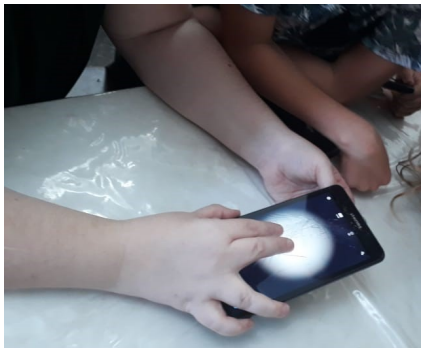


Figura 5- Utilização do Modelo

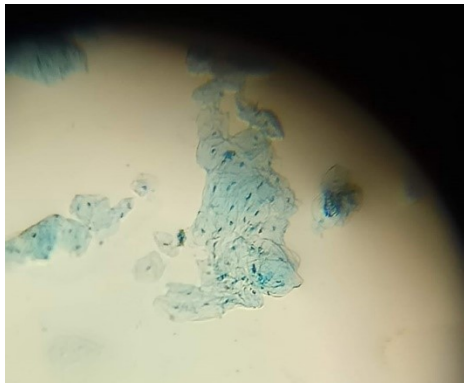


Figura 6- Células de mucosa bucal coradas com azul de metileno

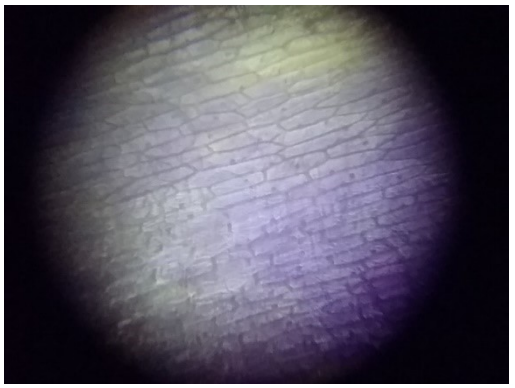


Figura 7- Células de cebola coradas com violeta genciana.

Indicações:

Esse modelo é indicado para visualizar amostras fixadas em lâminas utilizando técnicas como esfregaço ou cortes histológicos vegetais (ex. **figuras 6** e **7**). É possível a visualização e a identificação de alguns microrganismos devido à sua capacidade de aumento, mas é indicado sobretudo para o uso em outras aplicações no ensino da biologia, como na biologia celular e na histologia botânica.

Seguindo o currículo básico do Estado do Rio de Janeiro (2012), sugerimos a utilização deste modelo no 1º bimestre do 1º ano do Ensino médio, período em que é previsto que o aluno esteja construindo conhecimento que o permita reconhecer a célula como unidade morfofisiológica de todas as formas de vida. Ainda no 1º ano do Ensino Médio, no 2º bimestre, o microscópio pode ser utilizado para identificar mecanismos de divisão celular em células somáticas e na formação de gametas.

Portanto, extrapolando os limites da microbiologia, o modelo pode ainda ser utilizado para trabalhar conteúdos de biologia celular através da observação de epitélio de cebola ou mucosa bucal, utilizando métodos de coloração que evidenciem estruturas celulares, como o núcleo, parede celular, vacúolos etc. (ver item 6).

Limitações:

Na ausência de uma estrutura de suporte para fixar o telefone e a amostra torna-se um desafio obter o foco da amostra, bem como fazer uma varredura ao longo da lâmina. No entanto a utilização apenas do aparato *câmera + lente de CD/DVD* torna o processo mais dinâmico em sala de aula. A boa iluminação do ambiente também é um fator crucial para que a estratégia de não usar suporte e fonte de luz auxiliar (como lanternas e LED) funcione.

3. MICROSCÓPIO "OLHAR DIGITAL II" $$

Este modelo foi confeccionado conforme descrito pelo "Manual do Mundo" (2017), porém sem a utilização de suporte para o celular. Ele é semelhante ao descrito no item 2, porém utiliza uma lente retirada de uma *webcam,* que ao ser invertida e acoplada à câmera de um *smartphone* gera o aumento. A lente invertida é uma técnica usada em macrofotografia. Segundo Dauster (2012) uma lente, em sua posição normal, reduz uma imagem ampla apresentando-a ao sensor da câmera. Ao inverter a lente essa perspectiva muda e ao invés de reduzir o que é amplo, se amplifica o que é reduzido. Ainda segundo o autor essa técnica exige que haja uma iluminação externa para que a imagem seja formada, por isso o microscópio deve ser usado em um ambiente bem iluminado e deve se ter uma fonte alternativa de iluminação como uma lanterna de LED, por exemplo. A expectativa de aumento depende da lente de *webcam* que for usada, desta forma a que usamos nos testes deste modelo foi um pouco maior em relação ao modelo anterior. Para sua aferição foram adotados os mesmos procedimentos previamente descrito e encontramos resultado similar ao do modelo número dois, porém as imagens se apresentaram mais nítidas. É importante salientar que a capacidade de ampliação, bem como a nitidez da imagem obtida irá variar de acordo com o modelo da *webcam* utilizada.

Descrição:

Uma lente *webcam* é retirada do equipamento e acoplada à câmera de um *smartphone*. Como no modelo 2, pode ser utilizada uma base de apoio para o celular e uma segunda base para apoio da amostra é colocada; caso o ambiente não seja bem iluminado, ou a mesa de trabalho não seja clara, uma fonte de luz (lanterna ou LED) pode ser colocada abaixo do aparato para melhor visualização da amostra. Aqui, nós também optamos por não utilizar as bases de apoio, e controlarmos com as mãos a aproximação do microscópio em relação ao objeto. Observamos uma melhor qualidade das imagens geradas em comparação com as obtidas utilizando lente de *drive*

Os materiais utilizados sugeridos estão descritos abaixo:

l) *Webcam* (para a retirada da lente);
m) Massa de modelar;
n) Smartphone com câmera;

Procedimento:

1. Selecionar uma *webcam* com foco manual e desmonte-a com cuidado. Em geral a lente possui uma rosca, pela qual é acoplada ao sensor (**figura 8**). Você deve desrosqueá-la de forma a separá-la do resto da estrutura do equipamento.

Figura 8 - Retirada da lente de uma *webcam* de foco manual

Figura 9 - Modelo 3 pronto.

2. Utilizar massa de modelar para acoplar a **lente em posição invertida** à câmera do smartphone (**figura 9**).
   IMPORTANTE: A câmera deve ser alinhada bem no centro, para que ao usar a ferramenta *zoom*, a amostra seja visualizada;
3. Aproximar a lâmina (ou outro suporte translúcido) da câmera, a fim de observar a amostra. O próprio telefone é capaz de ajustar automaticamente o foco necessitando, no entanto, de um grande controle manual para manter a amostra no foco.

Indicações:

Esse modelo é indicado para visualizar amostras fixadas em lâminas utilizando técnicas como esfregaço, cortes histológicos vegetais (**figuras 10** e **11)**, cultura de células (leveduras, protozoários), água de lagos, rios, bromélias etc.

Figura 10 - Células de cebola, coradas com violeta genciana e observadas através do modelo 3.

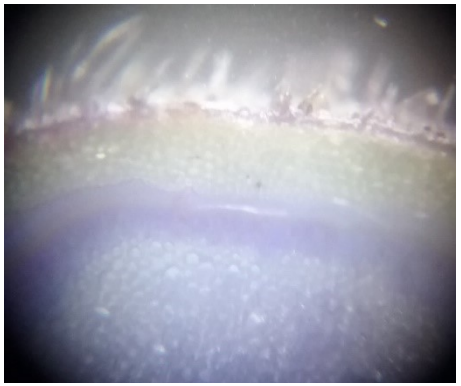


Figura 11 - Corte histológico vegetal observado através do modelo 3.

A partir do currículo básico do Estado do Rio de Janeiro (2012), sugerimos a utilização do referido recurso didático nos pontos a seguir:

No 2º e 3º bimestre do 2º ano do ensino médio, o aluno deve reconhecer a existência de diferentes tipos celulares, bem como o funcionamento de cada uma delas em seus processos bioquímicos e biofísicos, e em relação ao ambiente em que cada organismo vive. A utilização deste microscópio para observar alguns tecidos vegetais e animais, por meio de cortes histológicos poderá propiciar uma aprendizagem significativa ao aluno.

Outros conteúdos possíveis de serem abordados são: Ecologia de Comunidades (1º ou 2º bimestre do 3º ano do ensino médio), diversidade microbiológica e seus modos de vida (4º bimestre do 1º ano do ensino médio). Tais aspectos podem ser discutidos ao evidenciar a diversidade de organismos em uma amostra de água de bromélia. Com este modelo de microscópio é possível diferenciar microeucariotos (algas, rotíferos, protozoários etc.), larvas de insetos entre outros (**figuras 12** e **13**).

Figura 12 - Larva de Chironomidae (Diptera) presente em água de Bromélia, observada através do modelo 3.

Figura 13 Rotífero presente em água de Bromélia, observado através do modelo 3.

Limitações:

As limitações deste modelo são as mesmas reportadas para modelo número 2.

4. "MICROCAMSCÓPIO" $$$

O novo modelo aqui apresentado baseia-se majoritariamente no modelo descrito pelo Manual do Mundo (2016). A premissa de ampliação da imagem é a mesma reportada para o modelo 3, ou seja, lançamos mão da técnica de inversão da lente da *webcam* para obter a ampliação da imagem. Selecionamos materiais de baixo custo e fáceis de serem obtidos com uma metodologia de construção bem simples, visando propiciar melhorias em relação à estabilidade da estrutura e ajuste do foco na observação das amostras. A expectativa de aumento é a mesma que o modelo 3.

Descrição:

Uma *webcam* é desmontada e a posição de sua câmera é invertida e recolocada no lugar; constrói-se um suporte de madeira para fixar a *webcam* e um segundo suporte para colocação da amostra; ambas as partes são conectadas por um parafuso de 10mm que fará o papel de ajuste de foco grosso, enquanto um segundo parafuso de 6mm ajuda a sustentar a estrutura; a câmera é fixada através de "elásticos de dinheiro", sendo possível remover o equipamento e revertê-la em *webcam* quando o usuário desejar; acopla-se o microscópio ao computador via entrada USB para que possa ser utilizado.

Os materiais utilizados estão descritos abaixo:

o) "Ripas de caixote" de feira livre;
p) 2 Elásticos;
q) *Webcam* com lente regulável;
r) Parafuso longo de rosca fina 6mm e porca correspondente;
s) Parafuso, porca e "borboleta" 10mm;
t) 7 a 10 arruelas 10mm;
u) Super cola;
v) Furadeira com brocas de 6 e 10mm;
w) Computador;
x) Arco de serra e serra.

Procedimento:

1. Cortar duas "ripas de caixote" com uma serra, de modo que fiquem com 12cm (A) e 10cm (B) de comprimento, respectivamente.
   OBS: A largura pode ser a da própria "ripa" e deve ser lixada a fim de deixar a superfície mais lisa e evitar farpas (**figura 14**).

Figura 14 - "Ripas" de caixote cortadas na medida

2. Fazer uma abertura na “ripa B” que formará a parte superior do suporte em uma das extremidades (**figura 15**);
3. Alinhar uma ripa sobre a outra e furar no centro das duas ripas utilizando a broca de 6 mm, de modo que os furos estejam alinhados (**figura 15**);
4. Fazer um furo com broca de 10 mm na outra extremidade onde será colado com supercola a porca de 10mm, conforme imagem abaixo (**figura 16**); **IMPORTANTE:** A porca deve ser colada de modo que não atinja a rosca em seu interior, a fim de que o parafuso tenha livre movimentação e **alinhamento preciso**.

Figura 15 – Parte superior do suporte

5. Utilizar supercola para fixação da borboleta na parte interior da cabeça do parafuso maior de 10mm. (lado esq. abaixo)

Figura 16 – Parte superior montada + parafuso de foco

6. Rosquear o parafuso maior ao longo do furo maior conforme **figura 17**.

Figura 17 – Parte superior do suporte + parafuso fixado

7. Colocar o parafuso menor de 6mm através do furo de baixo para cima e fixá-lo com a porca correspondente (**figura 18)**;
8. Em uma das extremidades colar utilizando supercola de 7 a 10 arruelas de 10mm uma sobre a outra de forma que fiquem alinhadas, conforme as imagens abaixo **e sirvam de suporte para o parafuso maior mostrado acima** (**figura 18**);
   DICA: Pode-se usar bolinhas de silicone ou massa de modelar a fim de manter estabilidade da parte inferior.

Figura 18– Parte inferior do suporte montada

9. Desmontar a *webcam*, inverter a câmera (fig) e fixá-la na parte inferior do suporte utilizando dois elásticos conforme **figuras 20**.
10. Acoplar o microscópio ao computador via entrada USB (o cabo já vem com a *webcam*) e configurar a câmera no computador (**figura 21**)

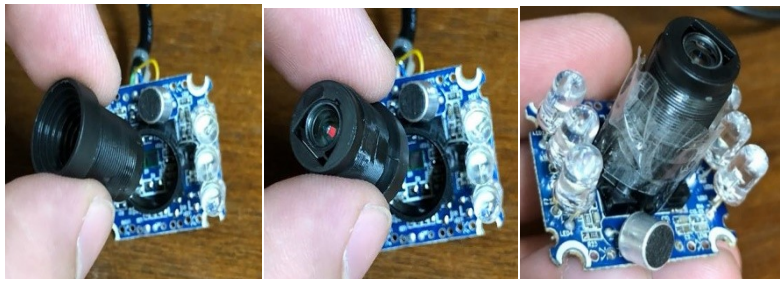


Figura 19– Inversão da câmera da *webcam*

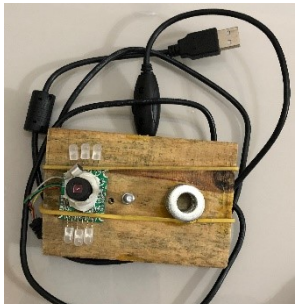


Figura 20– *Webcam* fixada ao suporte através de elásticos

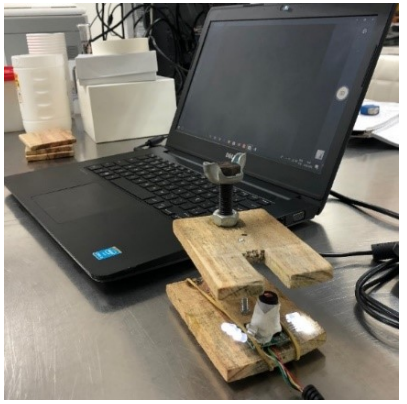


Figura 21 e 22– Microscópio modelo 4 finalizado

Indicações:

O novo modelo de microscópio desenvolvido durante este projeto (**figura 22**) é indicado para visualizar todas as amostras em todos os contextos descritos anteriormente, exceto os procedimentos específicos do primeiro modelo, que não usa lâminas. Através deste microscópio é possível a visualização e a identificação de microrganismos e outros seres e estruturas microscópicas (núcleo, vacúolos e parede celulares), cortes histológicos de tecidos animais e vegetais, entre outros com uma qualidade superior aos microscópios apresentados anteriormente graças ao mecanismo de ajuste de foco. Além disso, o fato de estar acoplado ao computador permite a projeção da imagem grande e visível para os alunos mesmo que não haja o recurso do projetor multimídia. Dessa forma, sugerimos que sempre que haja recursos disponíveis, este modelo possa atuar como recurso didático para todas as habilidades e competências presentes no currículo básico do Estado do Rio de Janeiro já mencionadas neste documento.

Na **figura 23** temos um corte de uma folha de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) corado com azul de metileno, visualizado com o modelo 4, onde foi possível enxergar algumas estruturas secretoras de óleos essenciais, bem como os tecidos periféricos. A imagem, bastante nítida, demonstra o potencial do modelo para realização de aulas práticas. Os demais exemplos estão em forma de vídeos, anexados a versão digital deste manual.

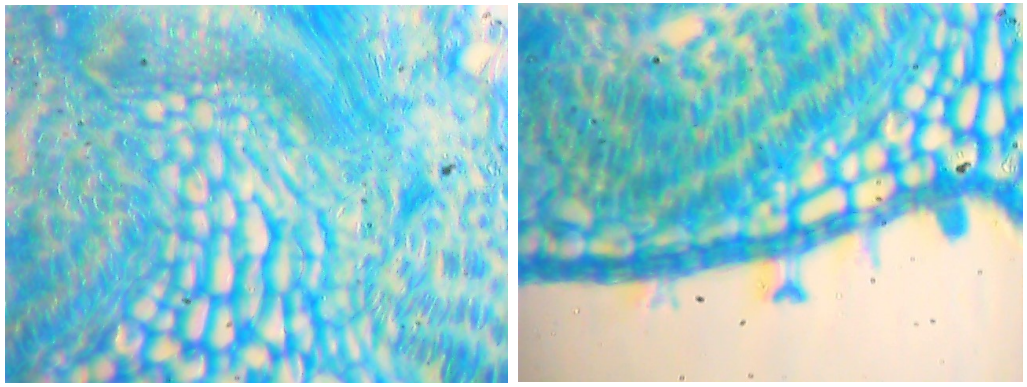


Figura 23– Corte histológico de tecido vegetal (Alecrim)

Limitações:

Conforme relatado acima este modelo conseguiu gerar imagens muito nítidas e melhorou bastante o controle do foco. No entanto, assim como os outros modelo, este não permite "passear" pela lâmina, pois não existe uma estrutura semelhante a um "*charriot*". Desta forma para mover a lâmina ainda é necessário usar as mãos gerando movimentos mais bruscos exigindo muito mais controle.

Apesar de existir um parafuso que funciona como um "Macrométrico" (ajuste grosso de foco), a função do "micrométrico", ou seja, o ajuste fino ainda deve ser feito cuidadosamente com as mãos na outra extremidade da parte superior do suporte.

5. CONJUNTO DE AMOSTRAS

As amostras selecionadas para realização dos testes dos microscópios foram: fermento biológico, água de bromélia, cultura de *Tetrahymena sp.* (cedida pelo Laboratório de Estudos Integrados em Protozoologia, LEIP, da Fundação Oswaldo Cruz), células de cebola e células de mucosa bucal. Todas as amostras foram preparadas a fresco, em lâminas de vidro e cobertas com lamínula para posterior observação ao microscópio.

Para a prática em sala de aula da educação básica, devemos preconizar amostras de simples obtenção e que não ofereçam riscos à saúde dos alunos, tais como:

- água de córregos e lagos não poluídos;
- materiais alimentícios em que estejam presentes bactérias, fungos e leveduras, como o fermento biológico;
- amostras de água localizadas entre as folhas de bromélias "água de bromélia".
- Tecidos vegetais de plantas comestíveis como cebola e tomate
- Esfregaços de células bucais ou sanguíneo (humanas), desde que a coleta e manuseio seja feita de acordo com o comitê de ética e pesquisa com seres humanos e respeitando as normas de biossegurança.

5.1 ÁGUA DE CÓRREGOS

Para coletar essa amostra utilizamos um pequeno pote esterilizado e uma pipeta de plástico (ou seringa). Com esta mesma pipeta pingamos uma gota da amostra na lâmina e colocamos a lamínula por cima, nos modelos que permitiram o uso desta metodologia. É importante a utilização de luvas para o manuseio deste material.

5.2 FERMENTO BIOLÓGICO

O fermento biológico pode ser facilmente encontrado em lojas e supermercados. Ao colocar o conteúdo em água morna com açúcar e aguardar por aproximadamente 15 minutos, a amostra já pode ser coletada e com o auxílio de uma pipeta de plástico (ou seringa) pode também ser colocada uma gota sobre a lâmina e coberta por uma lamínula.

5.3 ÁGUA DE BROMÉLIA

A amostra pode ser coletada utilizando uma pipeta de plástico e armazenada em um frasco esterilizado. Com essa mesma pipeta uma gota da amostra é colocada sobre a lâmina e coloca-se a lamínula por cima da amostra para que seja observada.

5.4. ESFREGAÇO DE MUCOSA BUCAL

Para obtenção da amostra pode-se utilizar um palito de fósforo limpo para raspar, levemente, a parte interna da bochecha. Posteriormente deve-se fazer um esfregaço do material obtido em uma lamínula e seguir o protocolo de coloração (**item 6**).

5.6 CÉLULAS DE CEBOLA

Primeiramente deve-se obter e descascar uma cebola. Na superfície côncava de cada uma das túnicas da cebola existe uma epiderme (película), facilmente destacável, que é constituída por uma só camada de células. Essa película deve ser removida e colocada esticada em uma lâmina. Após secagem/fixação deve-se corar a amostra seguindo protocolo do item 6.

6. COLORAÇÃO

Selecionamos e testamos corantes de baixo custo, de fácil aquisição e seguros para manuseio em sala de aula na coloração dos diferentes materiais a serem estudados e visualizados com os modelos de 2 a 4 descritos neste documento. Foram avaliados quanto a capacidade do corante de penetrar nas células dos diferentes organismos analisados, bem como a de evidenciar tais células e suas estruturas.

Desenvolvemos um protocolo simples para que a coloração seja realizada em sala de aula, sem a necessidade de manuseio produtos tóxicos ou aquecimento de amostras. O método desenvolvido serve tanto para coloração com violeta genciana, quanto azul de metileno. Ambos os reagentes são encontrados em farmácia a baixo custo e sem necessidade de receita para compra.

As etapas de coloração estão descritas a seguir:

1º Fixação – A amostra deve ser colocada sobre a lâmina e aguardar secagem em temperatura ambiente por 15 minutos;

2º Corante – Adicionar 2 gotas de corante sobre a amostra e esperar a ação do mesmo por 5 minutos;

3º Lavagem – Lavar a amostra corada em água corrente por aproximadamente 15 segundos para tirar o excesso de corante;

4º Secagem – Aguardar a secagem em temperatura ambiente por mais 15 minutos;

5º Observada a amostra ao microscópio;

7. LÂMINAS E LAMÍNULAS

O manuseio de material cortante em sala de aula pode elevar os riscos de acidentes indesejados. Lâminas podem ser confeccionadas a partir de plástico duro e translúcido de embalagens diversas. Fita adesiva transparente pode ser utilizada como lamínula.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, D. T. H; MEIRA, E. V.; BARROS, T. G. E.; ANTUNES, F. **Microbiologia: da experimentação à feira de ciências**. In: EREBIO-SUL Encontro regional sul de ensino de biologia - XVI Semana acadêmica de ciências biológicas, n. 6, 2013, Santo Ângelo. 2013.

COSTA, S. I. B. et al. ***Microscopy in Teaching Science*: An interdisciplinary approach**. p. 717-722. In: MÉNDEZ-VILAS. A. *Microscopy and imaging science*: practical approaches to applied research and education. 1. ed. Badajoz, Spain: Formatex Research Center, 2017.

CURVO, E. A. C.; SANTOS, S. J. A. S. A utilização de experimentos relacionados à microscopia óptica na formação de professores. **Revista iniciação & formação docente dossiê do X Seminário de leitura e produção no ensino superior**. V. 2, n. 2, [s.p], 2016.

DAUSTER, Augusto D. **Natureza Invertida: Técnicas alternativas em Macrofotografia**. 2013. 30p. Trabalho de conclusão de curso (graduação em jornalismo). Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2013.

DIAS, K. T. **Conhecendo o microscópio**. 2012. 67p. Monografia (graduação em educação e artes). Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2012.

DIEHL, C. R. P. S.; BOBROWSKI, V. L.; SILVA, M. A. B. V. S. **Cartilha de experiências em Ciências físicas: curso de formação continuada de professores**. 2017. 61p. Dissertação (Mestrado em ciências e tecnologia na educação) – Campus Visconde da Graça. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio Grandense, Pelotas, 2017.

FERNANDES, M. G.; VAINI, J. O.; CRISPIM, B. A.; TEIXEIRA, T. Z. **Práticas de biologia celular**. Ed. UFGD. 109p., Dourados, 2017.

LORETTE, A. et al. ***Água relacionada à saúde*: Desenvolvendo conceitos com alunos de ensino fundamental**. In: Jornada científica e tecnológica do IFSULDEMINAS, n. 7, 2015, Minas Gerais, 2015.

MANUAL DO MUNDO COMUNICAÇÃO. **Manual do Mundo - Microscópio caseiro com webcam**. São Paulo: Iberê Thenório, 2016. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=WufR6iwfQxY >. Acesso em: 17 out 2017.

MANUAL DO MUNDO COMUNICAÇÃO. **CELULAR + webcam = MICROSCÓPIO ágil e portátil**. São Paulo: Iberê Thenório, 2016. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=oTv5JsG4nIc&vl=pt>. Acesso em: 17 out 2017.

PLANINSIC, G. Water-Drop Projector**. The Physics Teacher**, V. 39, n. 2, p.18-21, Slovenia, 2001.

RIO DE JANEIRO, Secretaria de educação do Estado do Rio de Janeiro. Currículo bmínimo do ensino médio – Biologia. Rio de Janeiro. 2012.

SEPEL, L. M. N.; ROCHA, G. B. T.; LORETO, E. L. S. **Construindo Um Microscópio II: Bem Simples e Mais Barato**. Genética na Escola, V. 06, n.2, p. 01-05, 2011.

ZEA, Luis F. L. **Propuesta didáctica para la enseñanza y aprendizaje de las ciências naturales en el grado 9° de la básica secundaria a través de actividades experimentales mediante el uso de las NTIC: Estudio de caso en la I.E. León XIII del municipio El Peñol.** 2016. 113p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências exatas e naturais) – Faculdade de Ciências, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2016.

ANEXO A – Termo de consentimento livre e esclarecido

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), do estudo intitulado(a) “Desvendando a microbiologia através da utilização de microscópios artesanais em sala de aula”, conduzida por **Diego e Silva Menezes Corrêa**, sob orientação da professora Dra. **Karina Alessandra Morelli** e aprovado pelo COEP-ProfBio-UERJ sob o parecer: 2.990.091. Este estudo tem por objetivo avaliar a utilização de microscópio artesanal como ferramenta didática para o ensino de microbiologia e do universo microscópico no ensino médio, e propor novas possibilidades para a utilização desta ferramenta.

Você foi selecionado(a) por ser docente da disciplina Biologia para o ensino médio, ou aluno de graduação, modalidade licenciatura, do Curso de Ciências Biológicas. Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa, desistência ou retirada de consentimento não acarretará prejuízo.

A participação no presente estudo não é remunerada, nem implicará em gastos para os participantes. Os dados obtidos por meio desta pesquisa não serão divulgados em nível individual, visando assegurar o sigilo de sua participação. Sua participação nesta pesquisa consistirá na participação do *Workshop* “Universo Microscópico”, com duração de seis horas, onde será apresentada a proposta de um kit de aula prática utilizando microscópios artesanais. Cada participante terá a oportunidade de produzir e testar seu kit durante o evento. Ao final do *Workshop* os participantes receberão um questionário sobre o kit apresentado e sua viabilidade enquanto ferramenta didática no ensino de Biologia.

O pesquisador responsável se comprometeu a tornar públicos nos meios acadêmicos e científicos os resultados obtidos de forma consolidada sem qualquer identificação de indivíduos participantes.

Caso você concorde em participar desta pesquisa, assine ao final deste documento, que possui duas vias, sendo uma delas sua, e a outra, do pesquisador responsável / coordenador da pesquisa. Seguem os telefones e o endereço institucional do pesquisador responsável e do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, onde você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação nele, agora ou a qualquer momento.

Contatos dos pesquisadores responsáveis:

Diego e Silva Menezes Corrêa, professor de biologia e mestrando pelo programa ProfBio. E-mail: dsmcorrea@gmail.com.

Karina Alessandra Morelli, professor Adjunto, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, pavilhão HPLC, sala 220, 2º andar, - Maracanã - Rio de Janeiro, RJ, e-mail: karina.morelli@uerj.br - Telefone: (021) 2334-0920.

Caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, 3º andar, - Maracanã - Rio de Janeiro, RJ, e-mail: etica@uerj.br - Telefone: (021) 2334-2180.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa, e que concordo em participar.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) participante:_____

Assinatura do pesquisador:_____

Rubrica do participante Rubrica do pesquisador

ANEXO B – Folha de rosto para a submissão do Projeto ao COEP

Plataforma Brasil MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP

FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

1. Projeto de Pesquisa:
DESVENDANDO A MICROBIOLOGIA COM A UTILIZAÇÃO DE MICROSCÓPIOS ARTESANAIS EM SALAS DE AULA

2. Número de Participantes da Pesquisa: 60

3. Área Temática:

4. Área do Conhecimento:
Grande Área 2: Ciências Biológicas

PESQUISADOR RESPONSÁVEL

5. Nome:
Diego e Silva Menezes Corrêa

6. CPF:	7. Endereço (Rua, nº):		
118.463.467-03	ISIDRO DE FIGUEIREDO MARACANA 31 apto 403 RIO DE JANEIRO RIO DE JANEIRO 20271100		
8. Nacionalidade:	9. Telefone:	10. Outro Telefone:	11. Email:
BRASILEIRO	21976959333		dsmcorrea@gmail.com

Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.

Data: 17 / 08 / 2018

Diego e Silva Menezes Corrêa
Assinatura

INSTITUIÇÃO PROPONENTE

12. Nome:	13. CNPJ:	14. Unidade/Órgão:
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ		PROFBIO - MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA
15. Telefone:	16. Outro Telefone:	
(21) 2334-0644		

Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.

Responsável: ROSANE M. S MEIRELLES CPF: 02670285 7-16

Cargo/Função: COORDENADORA ADJUNTA

Data: 17 / 08 / 2018

Assinatura

Rosane Moreira S. de Meirelles
Coord. Adjunto PROFBIO/UERJ
Matr. 38645-8/ID. 5071761-8

PATROCINADOR PRINCIPAL

Não se aplica.

ANEXO C – Parecer consubstanciado do COEP-ProfBio-UERJ

UERJ - UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO;

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESVENDANDO A MICROBIOLOGIA COM A UTILIZAÇÃO DE MICROSCÓPIOS ARTESANAIS EM SALAS DE AULA

Pesquisador: Diego e Silva Menezes Corrêa

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 00231018.5.0000.5282

Instituição Proponente: PROFBIO - MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.990.091

Apresentação do Projeto:

Foi apresentado o projeto de Pesquisa intitulado "DESVENDANDO A MICROBIOLOGIA COM A UTILIZAÇÃO DE MICROSCÓPIOS ARTESANAIS EM SALAS DE AULA", apresentado pelo Pesquisador Principal Diego e Silva Menezes Corrêa, para ser desenvolvido no MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA – PROFBIO, tendo também como participante da pesquisa Karina Alessandra Morelli.

O presente projeto pretende avaliar alguns dos modelos de microscópios artesanais existentes na literatura quanto à sua funcionalidade para prática didática de modo a selecionar o melhor modelo, assim como definir o conjunto de amostras biológicas que melhor se adapte aos mesmos propósitos. Este trabalho pretende assim permitir que os usuários possam identificar os principais grupos de microorganismos (bactérias, protozoários e fungos). Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) para o Ensino Médio devem ser promovidos métodos para um aprendizado ativo, que,especialmente na Biologia, realmente transcendam a memorização de nomes de organismos, sistemas ou processos, sendo importante que os conteúdos se apresentem como problemas a serem resolvidos com os alunos, como, por exemplo, aqueles envolvendo interações entre seres vivos. O projeto pretende então avaliar a utilização de microscópio artesanal como ferramenta didática para o ensino de microbiologia e do universo microscópico como um todo, e propor possibilidades além daquelas já descritas na literatura, que sejam capazes de trazer esse universo microscópico intangível para dentro da sala de aula. Em um sentido mais amplo,

Endereço: Rua São Francisco Xavier 524, BL E 3ºand. Sl 3018
Bairro: Maracanã **CEP:** 20.559-900
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2334-2180 **Fax:** (21)2334-2180 **E-mail:** etica@uerj.br

busca-se, através da proposição de aulas práticas e experimentais, permitir que os alunos sejam construtores do seu conhecimento, aptos a participar de debates contemporâneos relacionados à biologia, mesmo com toda a insuficiência do sistema público de ensino quanto à estrutura existente atualmente na maioria das escolas.

Serão selecionados materiais simples de serem obtidos e que não esbarrem em empecilhos legais: água de córregos da cidade; materiais alimentícios em que estejam presentes espécies de fungos/leveduras, protozoários; espécies de insetos não nativas e "urbanas", como baratas e moscas domésticas, as quais serão dissecadas e terão seus conteúdos intestinais analisados. Ao final do trabalho e confecção do produto pretende-se produzir trinta kits "Ciência fácil" para distribuir entre os alunos do programa ProfBio (campus UERJ).

60 participantes (em grupos de 20) realizarão workshops gratuitos de 6 horas de duração sobre utilização do kit "Universo Microscópico", objetivando avaliar a efetividade do material produzido, e também para realizar sua difusão e popularização. Estes participantes responderão a um questionário de avaliação sobre o material e sua aplicabilidade.

Hipótese:

A utilização de um microscópio artesanal em sala de aula irá favorecer o estímulo, a curiosidade, o interesse dos alunos e principalmente, a aprendizagem dentro do universo microbiológico.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar a utilização de microscópios artesanais como ferramenta didática para o ensino de microbiologia e do universo microscópico, e propor novas possibilidades para a utilização desta ferramenta.

Objetivo Secundário:

• Avaliar os principais modelos de microscópios artesanais existentes na literatura, levando em consideração a sua funcionalidade para a prática didática, de modo a selecionar os melhores modelos (a depender do objetivo proposto para aula); Selecionar um conjunto de amostras biológicas mais adequado à prática didática, de acordo com o conteúdo a ser trabalhado, e que permita a identificação dos principais grupos de microrganismos (bactérias, protozoários e fungos); Propor métodos de coloração, de baixo custo e seguros para manuseio em sala de aula, para a melhor visualização e compreensão dos organismos estudados; Elaborar um manual para produção do kit "Universo Microscópico", que compilará todas as informações para construção do

microscópio artesanal, obtenção de amostras, colorações e conteúdo a ser trabalhado; Realizar workshops sobre utilização do kit " Universo Microscópico", tendo como público alvo (1) alunos do programa em Mestrado Profissional (ProfiBio), (2) graduandos em Ciências Biológicas (licenciatura), (3) Professores do ensino médio.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os riscos são mínimos.

Benefícios:

Proporcionar ferramentas para que os alunos do ensino médio sejam capazes de perceber o mundo microscópico, ao seu redor e dentro de si mesmos. Ao final do trabalho em laboratório, onde serão realizados todos os testes supracitados, serão selecionados os métodos que se mostrarem mais efetivos e viáveis para prática didática. A partir desses dados será elaborado um manual de construção do kit "Universo Microscópico", o qual irá conter todas as especificações para confecção do microscópio, amostras e métodos de coloração a serem utilizados de acordo com o conteúdo a ser trabalhado. O documento será distribuído gratuitamente por meio eletrônico.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa está fundamentada e estruturada com objetivos bem determinados, com metodologia simples e compatível com o trabalho proposto, mostrando-se viável para a sua execução. Sem dúvida, fornecerá informações que contribuam para o aperfeiçoamento, ampliação e conhecimento do assunto em questão.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatória foram apresentados de forma satisfatória e atendem aos objetivos da pesquisa.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Ante o exposto, a COEP deliberou pela aprovação do projeto, visto que não há implicações éticas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Faz-se necessário apresentar Relatório Anual - previsto para outubro de 2019. A COEP deverá ser

microscópio artesanal, obtenção de amostras, colorações e conteúdo a ser trabalhado; Realizar workshops sobre utilização do kit " Universo Microscópico", tendo como público alvo (1) alunos do programa em Mestrado Profissional (ProfiBio), (2) graduandos em Ciências Biológicas (licenciatura), (3) Professores do

UERJ - UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO;

Continuação do Parecer: 2.990.091

informada de fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo, devendo o pesquisador apresentar justificativa, caso o projeto venha a ser interrompido e/ou os resultados não sejam publicados.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1115937.pdf	21/08/2018 17:32:41		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Desvendando_a_microbiologia_com_a_utilizacao_de_microscopios_artesanais_em_salas_de_aula.docx	21/08/2018 17:21:43	Diego e Silva Menezes Corrêa	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle.docx	21/08/2018 17:16:04	Diego e Silva Menezes Corrêa	Aceito
Folha de Rosto	rosto.pdf	21/08/2018 17:12:05	Diego e Silva Menezes Corrêa	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

RIO DE JANEIRO, 30 de Outubro de 2018

Assinado por:
Patricia Fernandes Campos de Moraes
(Coordenador(a))