

## MONTAGEM DE MICROSCÓPIOS A PARTIR DE RESÍDUOS: UM EXEMPLO DE CABO VERDE

ASSEMBLY OF MICROSCOPE USING WASTE: AN EXAMPLE FROM CAPE VERDE

MONTAJE DE MICROSCOPIOS A PARTIR DE RESIDUOS: UN EJEMPLO DE CABO VERDE

**Fredson Jorge Santos Delgado<sup>1</sup>, Carlos Alberto Gomes Vaz<sup>2</sup>, Hailton Spencer Lima<sup>2</sup>, Kleyce Emiline Gomes Correia<sup>1</sup>, Mauro António Souto Amado Borges<sup>1</sup>, Onyedikachi Queen Ughalah<sup>1</sup> & Betina Da Silva Lopes<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Escola Secundária Polivalente Cesaltina Ramos, Cabo Verde

<sup>2</sup>Universidade de Cabo Verde, Cabo Verde

<sup>3</sup>Universidade de Aveiro, Portugal

nhofadelgado@gmail.com

**RESUMO** | Muitas escolas do ensino secundário caboverdiano não possuem microscópio ótico, devido ao elevado custo, o que aumenta a probabilidade de as aulas de ciências naturais e biologia serem quase unicamente teóricas. O trabalho tem como objetivo descrever a montagem de um microscópio de baixo custo para apoiar as aulas práticas nas escolas. Na produção do microscópio foram utilizados diversos materiais recuperados de lixeiras, em particular lentes de telemóveis. Para avaliação da viabilidade da solução desenvolvida foi feita a comparação das imagens do microscópio construído com as imagens do microscópio ótico convencional. Os resultados permitiram concluir que a imagem do microscópio construído tem uma boa resolução e possui potencial para ser usado como ferramenta didática em aulas práticas de Ciências Naturais e Biologia.

**PALAVRAS CHAVES:** Biologia, Actividades de ciência, Ciência no ensino secundário, Recursos educativos, Estudos africanos.

**RESUMEN** | Many secondary schools in Cape Verde do not have an optical microscope due to its high cost, which increases the likelihood that natural sciences and biology classes are almost solely theoretical. This work aimed to describe the assembly of a low-cost microscope to support practical classes in schools. For the production of the microscope, materials recovered from bins. To evaluate the obtained solution, the images of the microscope were compared with the images of the conventional optical microscope. The results allowed the conclusion that the microscope image constructed has a good resolution and, has potential to be used in practical classes of Natural Sciences and Biology.

**KEYWORDS:** Biology, Science activities, Science in secondary education, Educational resources, African studies.

**ABSTRACT** | Muchas escuelas secundarias de Cabo Verde no disponen de un microscopio óptico debido a su elevado coste, lo que aumenta la probabilidad de que las clases de ciencias naturales y biología sean casi exclusivamente teóricas. Este trabajo tuvo como objetivo describir el montaje de un microscopio de bajo coste para apoyar las clases prácticas en las escuelas. Para la fabricación del microscopio se utilizaran diversos materiales recuperados de la papeleras, incluyendo lentes de telefonía móvil. Para evaluar a viabilidad de la solución, se compararon las imágenes del microscopio con las del microscopio óptico convencional. Los resultados permitieron concluir que la imagen del microscopio construida tiene una buena resolución y, tiene potencial para ser utilizada en clases prácticas de Ciencias Naturales y Biología.

**PALABRAS CLAVE:** Biología, Actividades científicas, Ciencia en la enseñanza secundaria, Recursos educativos, Estudios africanos.

## 1. INTRODUÇÃO

Os processos de ensino-aprendizagem no domínio das ciências, incluindo a Biologia, requerem uma diversidade de ferramentas pedagógicas, atendendo aos termos científicos e ao nível de abstração requerido para compreensão dos conteúdos (Lopes, 2018; Soares, et al, 2021). Em complemento à importância da diversidade destaca-se o papel fundamental das atividades práticas (Leite, 2000; Figueiroa, 2014, Ferreira, et al., 2021). No domínio da Biologia destacam-se as atividades de microscopia (Silva et al., 2021). Neste sentido o acesso a equipamento laboratorial é crucial (Shambare & Simuja, 2022). A falta de microscópios constitui um grande problema para a compreensão de alguns conteúdos por parte dos alunos, nomeadamente no que respeita à compreensão dos diferentes níveis de organização biológica (Vaile et al, 2017; Das et al, 2021).

Em muitos países, as aulas de ciências são meramente teóricas o que gera dificuldade e desmotivação nos alunos (Silva et al., 2019). Também em Cabo Verde o ensino formal das ciências é quase sempre tradicional. Segundo o Plano Estratégico da Educação 2017 – 2021 de Cabo Verde (Ministério da Educação de Cabo Verde, 2021) reforçar o ensino de ciências, quer do ponto de vista teórico, quer prático, é fundamental. Porém, atingir esse objetivo tem alguns desafios a ultrapassar, em particular com a inexistência de materiais laboratoriais. Para colmatar a falta de equipamentos laboratoriais em Cabo Verde, em específico os materiais usados nas aulas de microscopia, este trabalho descreve como foi produzido um microscópio alternativo com materiais recuperados, e em particular lixo eletrônico (e-lixo). Além disso, o trabalho avalia a aplicabilidade do protótipo em aulas práticas através do estudo da qualidade da imagem obtida em comparação com um microscópio convencional. Parte-se da premissa de que a montagem deste tipo de microscópios permitirá colmatar uma necessidade das escolas e também sensibilizar para a poupança de recursos naturais, utilizando o e-lixo e restos de outras matérias. Segundo a OIT (Organização Internacional do Trabalho), somente 20% das 50 milhões de toneladas do e-lixo produzido anualmente é efetivamente reciclado (ONU News, 2019). Se for possível dar uma nova vida aos mais de 5 mil milhões de telemóveis, que são destruídas todos os anos, será certamente um contributo para diminuição de lixo no nosso lar.

Perante o exposto a relevância deste estudo está sustentada em duas frentes:

- i) por um lado propõe a produção de um microscópio alternativo ao microscópio convencional, que poderá servir como instrumento de apoio ao professor na dinamização de aulas práticas;
- ii) sensibilizar para a importância da redução do lixo em Cabo Verde em particular do lixo associado aos telemóveis.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

Nesta secção faz-se um breve enquadramento da relevância do microscópio no ensino e na aprendizagem da Biologia descrevendo em traços gerais a história deste instrumento. Em complemento são identificados estudos que se dedicaram à construção de protótipos de

microscópios alternativos ao convencional em resposta a problemas específicos tais como a falta de recursos financeiros e, também, enquanto estratégia de educação ambiental.

A invenção do microscópio trouxe a possibilidade de observar coisas antes inacessíveis ao olho humano. As primeiras lentes, lentes de Layard, datam de 721 a. C. (Teles & Fonseca, 2019), enquanto que os primeiros microscópios óticos datam de 1600, sendo incerto quem teria sido o autor do primeiro (Moreira, 2013). É atribuído ao holandês Anton Van Leeuwenhoek a popularização do instrumento, com as primeiras observações com o seu microscópio feito de metal e uma lente convexa (Teles & Fonseca, 2019; Moreira, 2013). Anton Van Leewenhoek conseguiu observar bactérias e protozoários. Estas e outras observações renderam a Leeuwenhoek o título de criador da microbiologia experimental. O outro marco histórico na microscopia, e para a ciência em geral, foi a publicação em 1665 do Livro *Micrographia*, por Robert Hooke, que contém as descrições detalhadas das observações que o autor efetuou com o microscópio que ele próprio construiu (Martins, 2011; Tales & Fonseca, 2019).

Na sua estrutura básica, como mostra a figura 1, o microscópio ótico é constituído pela parte mecânica (pé ou base, coluna ou braço, platina, revolver, tubo ou canhão, parafusos macrométrico e micrométrico e charriot) que têm a função de suporte e parte ótica (lente ocular, objetiva(s), condensador com diafragma e fonte luminosa) que tem como função ampliar a imagem do objeto a ser observado. A sua utilização em práticas de sala de aula, como um recurso didático, pode contribuir de forma efetiva para melhorar o processo de aprendizagem e o desempenho dos alunos (Teles & Fonseca, 2019), pois estimula a participação, aumenta o interesse dos alunos e permite construir conhecimentos mais aprofundados sobre a realidade (Ribeiro et al., 2013).



**Figura 1** Microscópio ótico composto (fonte: foto de autoria dos autores)

De um modo geral, o microscópio desempenha um papel crucial no ensino de Ciências e Biologia, pois permite que os estudantes visualizem estruturas e processos que não são visíveis a olho nu e, através da observação de amostras em alta resolução, os alunos podem explorar e compreender a complexidade e diversidade do mundo microscópico. Ademais, permite ao professor explorar melhor os conceitos teóricos das Ciências Naturais e tornar a aprendizagem mais concreta. Estas valências tornam o microscópio um objeto único com muitas possibilidades de uso em diferentes áreas, como educação, museologia e história da ciência, graças ao seu caráter interdisciplinar e sua importância nos currículos e aplicações atuais (Teles & Fonseca, 2019).

Devido ao elevando custo, a produção de recursos didáticos alternativos constitui uma necessidade para conseguirmos melhorar o quadro atual do ensino das Ciências (Daher, 2020; Marciniak & Cáliz Rivera, 2021). Assim, para responder às diretrizes de um ensino de qualidade, promovendo a investigação, a criatividade e inovação (pressupostos patentes na Lei de base do sistema educativo cabo-verdiano, ver Ministério da Educação de Cabo Verde, 2020), o uso de protótipos educacionais de baixo custo é de vital importância, pois auxiliam no desenvolvimento de aprendizagens essenciais nas escolas caboverdianas.

Locatelli e Da Rosa (2015) definem protótipos como “instrumentos didáticos, com o objetivo de auxiliar na compreensão dos conteúdos escolares, podendo referir-se tanto a equipamentos para aulas experimentais quanto a dispositivos informatizados”. Uma revisão de leitura exploratório permitiu encontrar 5 protótipos de microscópios cuja síntese de funcionamento se encontra explicado na tabela 1.

**Tabela 1- Quadro síntese dos protótipos de microscópios já produzidos.**

<b>Artigo</b>	<b>Descrição</b>
Wallau et al., 2008	Microscópio feito com a lente de um chaveiro laser. Como suporte a parte superior de uma garrafa PET e cortiça.
Soga et al., 2017	Microscópio feito utilizando a lente retirada de um recipiente de sabão líquido, que fica preso a um pedaço de papelão.
Sepel, Rocha & Loreto, 2011	Microscópio feito a partir da parte superior de uma garrafa PET, uma lente de leituras de DVD. A lente é colocada na tampa da garrafa, o material numa fita adesiva transparente e dessa forma são feitas as visualizações.
Silva, Baltar & Bezerra, 2019	Microscópio feito utilizando a capa de um CD, uma base de madeira e parafusos de suporte. Utiliza uma lente de leitor de DVD, além de uma lente de binóculo que serve como condensador.
Sousa et al., (2021)	Microscópio feito utilizando uma plataforma feita de capaz de CD e parafusos, onde a lente utilizada é uma lente de leitor de DVD. O projeto é denominado Movelescópio e utiliza um telemóvel como fonte luminosa e um outro telemóvel como ocular.

O uso destes protótipos didáticos permite: (i) articular a aprendizagem de conceitos teóricos e práticos, na medida em que implica a manipulação de um instrumento para visualização de objetos específicos (Angarita-Velandia et al, 2008); (ii) contribuir para a diminuição do lixo, neste caso o lixo eletrônico.

### **3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO**

#### **3.1. Estudo de caso**

A presente investigação pretende avaliar a aplicabilidade de um microscópio alternativo ao convencional na dinamização de atividades de educação científica. Em termos metodológicos pode ser conceptualizado como um estudo de caso. De facto, a investigação aqui descrita parte de um contexto muito específico (sistema educativo de Cabo Verde) e sustenta-se num conhecimento intensivo e detalhado do mesmo (Coutinho, 2011).

Para além de descrever a montagem do microscópio é estudada a qualidade das imagens obtidas pelo microscópio alternativo. Para a análise da qualidade das imagens aplicou-se uma lógica experimental, procurando-se identificar os efeitos que a variável independente (tipo de microscópio: convencional vs. alternativo) produz no objeto de estudo (Gil, 2008).

#### **3.2. Local de estudo**

O estudo foi realizado no Clube de Ciências da Escola Secundária Polivalente Cesaltina Ramos (ESPCR), situado na Achada Santo António, cidade da Praia, Cabo Verde, local onde foi produzido o microscópio, e na Casa de Ciência da Universidade de Cabo Verde, onde o microscópio foi testado.

De acordo com o último censo do Instituto Nacional de Estatística, Cabo Verde possui cerca de 573 mil habitantes (Countrymeters, 2023), dos quais 113.720 se encontram em idade escolar obrigatória (Expresso das Ilhas, 2022). O Ministério da Educação de Cabo Verde indica que existem 93 escolas no país, incluindo 40 escolas secundárias. Infelizmente, a maioria dessas escolas não dispõe de equipamentos laboratoriais devido ao seu alto custo. Se focarmos no microscópio, o preço ronda os 500 euros para a sua aquisição no país.

Falando concretamente do lixo eletrónico que, é a matéria prima do protótipo, segundo dados da The Global E-waste Statistics Partnership, em 2019, cada habitante de Cabo Verde produziu em média 4,9 kg de lixo eletrónico. Porém, o país não possui fábricas de reciclagem desse tipo de resíduo, nem uma política específica para a recolha e tratamento, além de não haver separação do lixo nas residências ou durante a coleta. Isso torna a situação preocupante, de acordo com a Quercus Cabo Verde (Expresso das Ilhas, 2022).

#### **3.3. Procedimentos da produção do Microscópio**

Para a produção e montagem do microscópio, tomou-se como referência os modelos de microscópio ótico convencionais. Cada componente da estrutura do microscópio possui funções específicas, como se pode observar na figura 1. Foram propostas e testadas várias soluções, para verificar a que melhor se adequava aos propósitos, quer em funcionalidade quer em custo. Na primeira fase, exploratória, investigaram as partes constituintes de um microscópio, e identificaram-se onde se pode encontrar os materiais usados necessários. Atendendo que para a qualidade de imagem do microscópio, o mais importante é a ampliação e a focalização, foram testadas diferentes lentes (de câmaras de telemóveis, máquinas fotográficas, lente de laser ótico

de aparelho de DVD, etc.), tendo-se selecionando as lentes com maior potencia optica. Mediante os resultados do ensaio optou-se pelo uso de câmaras de telemóveis, vista que estas apresentam imagens com melhor definição. Após este passo, e, conseqüentemente, foram dados os primeiros passos na montagem de uma estrutura que fosse capaz de suportar o peso de um telemóvel e na qual posicionasse a lâmina e a lente.

### 3.4. Materiais utilizados

Os materiais utilizados na produção do microscópio são materiais acessíveis (figura 2), recuperados em equipamentos em fim de vida e de baixo custo, levando a que o custo final do protótipo seja em torno de 5 euros. São eles os seguintes: base/placa de madeira 23 cm x 18 cm; como braço do microscópio: placa de madeira: 11 cm x 5 cm; 2 parafusos; placa de acrílico transparente: 14 cm x 10 cm; placa de acrílico branco: 16 cm x 10 cm cortada parcialmente um dos lados. Tacos de madeira circular de 7 cm de diâmetro; 2 parafusos-francês n.º 10 e 2 porcas borboletas ou de orelhas, 4 porcas normais; cola quente; lente de câmara de telemóvel ou e máquina fotográfica; outras ferramentas (lâmina de cortante, furador, X-ato).



**Figura 2** Partes constituintes do microscópio (fonte: foto de autoria própria- dos autores)

### 3.5. Montagem do protótipo e funcionamento

O procedimento de montagem é relativamente simples, exigindo apenas paciência e cuidado, especialmente com as lentes, para não as danificar, e com objetos cortantes (tesoura, x-ato, serra, etc.) ou perfuradoras que auxiliam na montagem do equipamento. A montagem foi feita do seguinte modo:

- Como base do microscópio foi usado uma placa de madeira (23 cm x 18 cm), numa das extremidades da madeira foi colada com cola quente outra placa de madeira (11 cm x 5 cm) que serve como braço do microscópio. Foram feitos furos correspondentes a cada um dos parafusos francês n. 10, na placa acrílica branca e taco de madeira circular. Na base foram fixos, perpendicularmente, dois parafusos (francês n. 10) adicionando duas porcas de modo a ficar firme, numa distância considerável à madeira menor. Na madeira circular foi colado com cola quente duas porcas possibilitando o deslizamento da madeira no parafuso.
- Foi adicionado ao parafuso, primeiramente a madeira circular, em seguida o acrílico branco cortada parcialmente de modo a deixar passar a luz, e por fim 2 porcas borboletas ou de orelhas para apoio. Foram feitos buracos correspondentes a lente numa das extremidades de acrílico transparente, e na outra extremidade correspondente ao parafuso das quais serve para fixar a gelatina na madeira menor, de seguida a lente foi fixada no outro buraco com cola quente. Foi colada duas borrachas com cola quente na gelatina transparente de modo a calibrar a altura da lente.



1



2



3



4



5



6

**Figura 3** Sequência de montagem do protótipo. (fonte: foto dos autores)



**Figura 4:** Microscópio produzido (fonte: foto dos autores)

### 3.6. Como se utiliza o microscópio?

O microscópio descrito é de fácil manuseio. Tendo a amostra preparada, necessita unicamente de uma fonte de luz (que poderá ser uma lâmpada LED, telemóvel ou outro foco de luz análogo) e um dispositivo para a visualização ou aquisição da imagem, que pode ser a câmara do telemóvel (ver tabela 2). Coloca-se a lâmina sobre a placa de acrílica branca posicionada abaixo da lente; posiciona-se a câmara do telemóvel acima da lente; em seguida movimenta-se o taco de madeira circular (tal como um macrómetro) de modo a aproximar a lâmina à lente, e com o mesmo componente ajusta-se a focalização.

**Tabela 2 - Analogia entre um microscópio convencional e o microscópio produzido.**

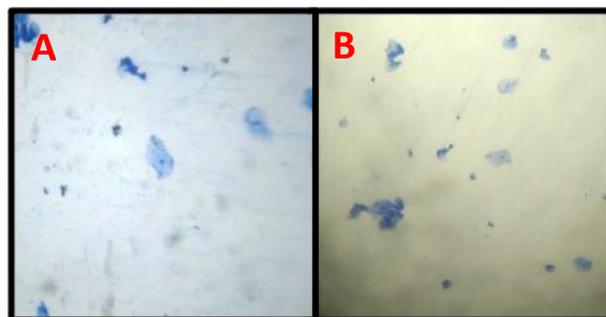
Analogia entre o microscópio convencional e o protótipo de microscópio produzido		
Microscópio composta convencional	Função	Protótipo de microscópio
<b>Lente objetiva</b>	Permite visualizar e ampliar a imagem formada.	Camara de smartphone
<b>Lente ocular</b>	Amplia a imagem	Smartphone funcional
<b>Platina</b>	Suporte a montagem microscópica	Placa pequena de acrílico
<b>macro/micrométrico</b>	Focalização do material a ser observado	Rodas de madeira com uma porca acoplada
<b>Fonte de luz</b>	Fornecer luz suficiente que ultrapassa o objeto a ser visualizado	Uma lâmpada led portátil ou um telemóvel.
<b>Base</b>	Suporte do microscópio.	Pedaço de madeira plana ou de acrílico e um outro pedaço de madeira que sirva de união.

#### 4. RESULTADOS: COMPARAÇÃO DAS IMAGENS PRODUZIDAS PELOS DOIS TIPOS DE MICROSCÓPIOS

Para testar o funcionamento e avaliar a qualidade da imagem do protótipo produzido foi feito um estudo comparativo das imagens com aquelas obtidas com um microscópio convencional. Foram usadas algumas preparações temporárias: células do epitélio bucal (corada com azul de metileno), células vegetais (película de cebola, corada com lugol), um mosquito e um carrapato. Foram ainda realizadas observações com uma preparação definitiva com um corte transversal de madeira de uma dicotiledónea (Stem of wood Dicotyledon).

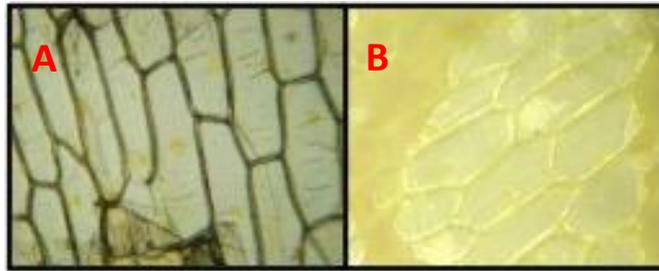
Para averiguar a funcionalidade do protótipo também foi feita várias atividades no Clube de Ciências da nossa escola, para os coordenadores na Casa da Ciência da Universidade de Cabo Verde, e outras escolas que visitavam a Casa de Ciência.

A análise comparativa para a célula animal (epitélio bucal) na figura 5, a imagem do protótipo apresenta nitidez que permite a diferenciação das componentes básicas da célula (membrana celular, citoplasma e núcleo), demonstrado assim a capacidade do protótipo do microscópio, para o estudo dessas células.



**Figura 5** Células do epitélio bucal corada com azul de metileno: **A**- imagem do microscópio produzido; **B**- imagem do microscópio óptico composto (objetiva 10x, ocular 10x = ampliação total = 100x);

As imagens referentes a células vegetais, na figura 6 (célula de película de cebola), é evidente que as imagens do microscópio óptico composto são mais claras. Porém a imagem do protótipo produzido mostra-se mais bem definida, possibilitando a fácil diferenciação das partes constituintes da célula vegetal (parede celular, membrana celular, citoplasma e núcleo). O resultado aponta que deve haver um ajuste na regulação da fonte luminosa e no foco do microscópio.



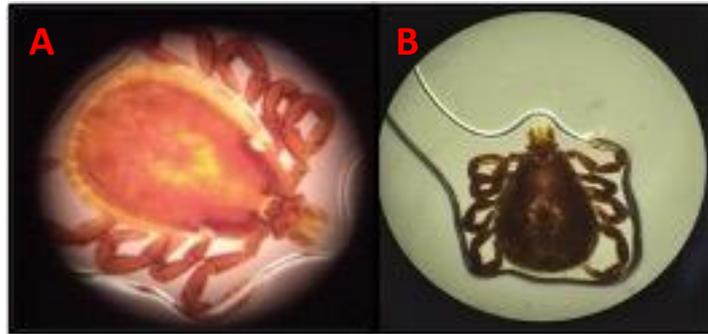
**Figura 6** Célula vegetal (película de cebola (*Allium cepa*): **A** - imagem do protótipo produzido; **B** - imagem do microscópio ótico composto (objetiva 4x, ocular 10x = Ampliação total = 40x).

A diferença na regulação da intensidade de luz faz com que a imagem não seja perfeitamente nítida, devido à ausência de um condensador. A diferença no controle de luz é evidenciada também na figura 7, que ilustra a observação da preparação com um mosquito. A imagem B, do microscópio ótico é mais nítida, com as partes do mosquito mais fáceis de distinguir relativamente à imagem A do protótipo produzido. No entanto, a imagem do microscópio produzido permite a diferenciação das estruturas do inseto. Além disso, é de salientar a diferença de ampliação entre os microscópios.



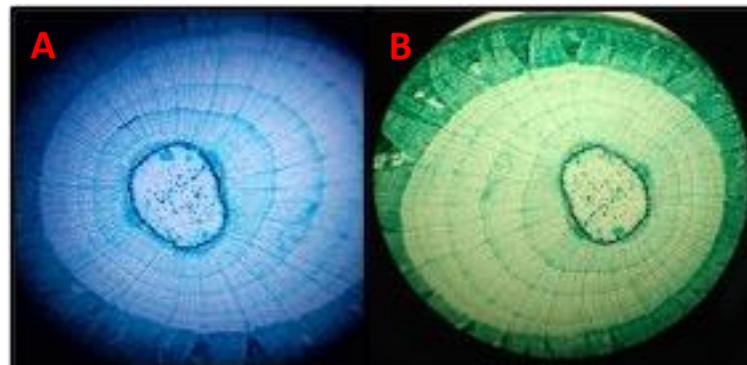
**Figura 7** Mosquito (*Aedes aegypti*): **A** - imagem do protótipo produzido; **B** - imagem do microscópio ótico composto (objetiva 4x, ocular 10x = Ampliação total = 40x).

Na figura 8 apresenta-se imagens obtidas com a preparação com um carrapato, para os dois microscópios (A e B), em que se observa diferença na nitidez, onde a melhor qualidade da imagem do microscópio convencional (B). Apesar dessa diferença, todas as partes do animal são bem visíveis e fácil de identificar em ambas as imagens. Fica, assim evidente, que a imagem do protótipo é suficiente para uma atividade prática no estudo do carrapato. Todavia é de salientar que para estudar artrópodes é recomendável a utilização da lupa.



**Figura 8** Carrapato (*Rhipicephalus sanguineus*): **A** - imagem do microscópio produzido; **B** - imagem do microscópio ótico composto (objetiva 4x, ocular 10x = Ampliação total = 40x).

A nitidez das imagens na figura 9 é semelhante, a imagem do protótipo produzido (imagem A) se assemelha muito a imagem do microscópio convencional (imagem B). A diferença é visível na cor das imagens. A cor da imagem para estudar artrópodes depende muito da lente do telemóvel usado, da capacidade de contraste e focalização de cada telemóvel.



**Figura 9** Permanente definitiva de um corte transversal de madeira de dicotiledônia: **A** - imagem do microscópio produzido; **B** - imagem do microscópio ótico composto (objetiva 4x, ocular 10x = Ampliação total = 40x).

Para além da comparação das imagens é de referir que a instabilidade do protótipo produzido dificulta o processo de focalização, pelo que é necessária alguma destreza na motricidade fina, mas que facilmente pode ser desenvolvida com experiência e treino.

Apesar destas dificuldades, e partindo das reações recebidas, quer da parte dos professores quer dos estudantes, pode considera-se que se está perante um projeto pioneiro, perfeitamente viável em Cabo Verde e pode ser aplicado a contextos com problemas semelhantes. Outros autores nos seus estudos depararam com dificuldades semelhantes. Por exemplo, Freitas et al. (2015) avaliaram a viabilidade de um microscópio ótico alternativo, baseado em *smartphone*, para estudantes de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Nos seus resultados apontaram também algumas fragilidades do modelo, entre elas a pouca estabilidade do equipamento, a dificuldade na focalização e a má qualidade das imagens. Apesar disso consideram-no como um bom equipamento para o fim proposto. Reconhe-se no entanto a necessidade de investir, em paralelo, na formação dos professores que utilizarão este protótipo,

no sentido de os sensibilizar para a importância de atividades práticas, em particular de atividades de microscopia. Vários são os autores (Chisingui & Costa, 2020; Krüger & Ensslin (2013), Souza et al. (2014); Santos, 2021) que reiteram o papel do professor para que as aulas de ciências impliquem atividades em que o aluno é um sujeito ativo. Dessa forma, o professor precisa de contextualizar os conteúdos e utilizar recursos diversos para instigar a curiosidade e o desejo de saber mais (Jin, 2021).

No protótipo produzido a focalização requer paciência porque o taco de madeira circular que serve para o ajuste macrométrico e o acrílico que serve como platina são instáveis, mas a habilidade com a ferramenta, facilitaria no momento do ajuste da focalização. A instabilidade deve-se sobretudo aos materiais selecionados, na sua maioria reciclados, pois o objetivo é proporcionar uma ferramenta funcional com menor custo possível. A qualidade das imagens depende muito de fatores como tipo e características da lente, a qualidade da câmera do telemóvel e da fonte de iluminação utilizada. Para este modelo de microscópio recomenda-se o uso de luz de outro telemóvel ou uma lâmpada LED. A luz de um telemóvel, nos testes realizados, mostrou ser mais viável e mais prático em caso de necessidade de energia elétrica.

Comparando o protótipo produzido com os dispositivos citados na tabela 2, permitiu ver que este microscópio apresenta uma estrutura mais estável porque os materiais utilizados são mais resistentes e a estrutura ser mais rígida. Também é única a utilização de uma lente de telemóvel, que lhe confere mais resolução. O próximo passo será avaliar a viabilidade deste protótipo para uma aula prática de citologia.

## 5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Os testes mostraram que o microscópio produzido é apto para visualização das células (animais e vegetais), proporcionando comparações efetivas e realistas entre as estruturas observadas e as imagens ilustrativas apresentadas nos livros didáticos. A utilização do microscópio produzido permite contextualizar as aulas teóricas, facilitando a assimilação do conteúdo por parte do aluno, despertando o seu interesse pelo assunto e cativando a sua atenção para as aulas. O presente trabalho permite constatar que o microscópio produzido é capaz de fornecer imagens de boa qualidade, e também, útil na observação de estruturas biológicas (mosquito, carrapato e caule de madeira dicotiledónea). Em média cada microscópio custa 5 euros e menos de dois dias para a sua produção.

O microscópio produzido possui potencial para ser usado em aulas práticas de biologia, mas apresenta ainda algumas debilidades básicas que poderão ser ultrapassadas e serão implementadas num futuro protótipo mais aperfeiçoado (ex: conseguir arranjar forma de identificar a ampliação total implicada, visto não ser fácil medir potência ótica da lente utilizada). Para a utilização do protótipo é preciso de formação do professor que o vai utilizar, algo que também se pretende realizar no futuro próximo.

Mesmo sendo pioneiro, este trabalho pode ser um contributo significativo para o ensino proporcionado aos alunos nas aulas práticas e melhorar a compreensão do mundo microscópico, bastante acessível as escolas dado que o microscópio é feito de materiais reciclados ou de custo muito baixo.

## REFERÊNCIAS

- Angarita-Velandia, M. A., Duarte, J. E., & Fernández-Morales, F. H. (2008). Relação do material didático com o ensino de ciência e tecnologia. *Educación y educadores*, 11(2), 49-60.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/eded/v11n2/v11n2a03.pdf>
- Coutinho, C. (2011). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais Humanas: Teoria e Prática*. 2ª edição. Almedina
- Chisingui, A. V., & Costa, N. (2020). Teacher education and sustainable development goals: A case study with future biology teachers in an Angolan higher education institution. *Sustainability*, 12(8), 3344. <https://doi.org/10.3390/su12083344>
- Countrymeters (16/04/2023). *Relógio da população de Cabo Verde*. [https://countrymeters.info/pt/Cape\\_Verde](https://countrymeters.info/pt/Cape_Verde)
- Daher, C. T., Comarú, M. W., & Spiegel, C. N. (2020). Contribuições de oficinas de produção de recursos didáticos na formação inicial de professores de química. *Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica*, 1(18), e9176-e9176. <https://DOI: 10.15628/rbept.2020.9176>
- Das, K., Dutta, P., & Gogoi, J. (2021). 'Foldscope'-A simple and economical microscope. *Journal of Biological Education*, 55(2), 217-222. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1682641>
- Da Silva Souza, C., Iglesias, A. G., & Pazin-Filho, A. (2014). Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicionais—aspectos gerais. *Medicina (Ribeirão Preto)*, 47(3), 284-292.  
<https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/86617/89547>
- Da Silva, J. J., de Araújo, S. L. S. M., & Bezerra, M. L. D. M. B. (2019). Experimentação em ciências com o uso de um microscópio artesanal e corante alternativo. *Experiências em Ensino de Ciências*, 14(1), 344-352..  
[https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID581/v14\\_n1\\_a2019.pdf](https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID581/v14_n1_a2019.pdf)
- De Sousa, K. C., Andrade, F. R. N., Cavalcante Filho, J. E. F., Mesquita, M. D. A., & Salmito-Vanderley, C. S. B. (2021). MOVELCÓPIO: Microscópio de baixo custo utilizando dispositivo móvel no ensino de biologia. *Experiências em Ensino de Ciências*, 16(3), 520-542.. <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/1021>
- Expresso das Ilhas (2022, setembro 2). *Ano lectivo 2022/2023 arranca no dia 19 com 113.720 alunos no básico e secundário a nível nacional*. <https://expressodasilhas.cv/pais/2022/09/02/ano-lectivo-20222023-arranca-no-dia-19-com-113720-alunos-no-basico-e-secundario-a-nivel-nacional/81822>
- Ferreira, J. A., Tavares, F., Carvalho, P. S., Morais, C., Magalhães, A. L., Mota, A. R., Martins, A. S., Santos, A. I., Araújo, J. L. (2021). *ExperimentaCiências: Um guia para professores do primeiro ciclo*. Casa das Ciências/ICETA. ISSN 2183-9697..
- Figueiroa, A. (2014). *Trabalho Prático Investigativo no ensino das ciências: experimental ou laboratorial? Dinâmicas Educacionais Contemporâneas*.
- Freitas, F.V., Nagem, R.L., & Bontempo, G. F. (2015). *Contribuições e desafios de um modelo análogo ao microscópio óptico baseado em smartphone para o ensino de Ciências* X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Águas de Lindóia, São Paulo.  
<https://docplayer.com.br/storage/72/67771690/1680827763/EBjE7gANICZV8CcfRQpOVw/67771690.pdf>
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. (6ª edição). São Paulo: Atlas.
- Jin, Q. (2021). Supporting indigenous students in science and STEM education: A systematic review. *Education Sciences*, 11(9), 555. <https://doi.org/10.3390/educsci11090555>
- Krüger, L. M., & Ensslin, S. R. (2013). *Método Tradicional e Método Construtivista de Ensino no Processo de Aprendizagem : uma investigação com os acadêmicos da disciplina Contabilidade III do curso de Ciências*

*Contábeis da Universidade Federal de Santa Catarina*. Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina. Repositorio.ufsc.br. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/107294>

- Leite, L. (2000). As atividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Sequeira, M. et al. (org). Trabalho prático e experimental na educação em ciências. Braga: Universidade do Minho, 91-108.
- Lopes, M. Da R. (2018). *Estudo De Caso Clube De Ciências: Análise Das Estratégias De Inserção Dos Alunos Do Ensino Fundamental À Iniciação Científica*. Desafios da escola publica paranaense na perspectiva do professor PDE, Parana. [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospede/pdebusca/producoes\\_pde/2016/2016\\_artigo\\_cien\\_unioeste\\_marlenederosalopes.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospede/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_artigo_cien_unioeste_marlenederosalopes.pdf)
- Locatelli, A., & da Rosa, C. T. W. (2015). *Produtos educacionais: características da atuação docente retratada na I Mostra Gaúcha*. Revista Polyphonia, 26(1), 197-210. <https://revistas.ufg.br/sv/article/view/37990>
- Marciniak, R., & Cáliz Rivera, C. (2021). A system of indicators for the quality assessment of didactic materials in online education. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 22(1), 180-198. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1289818.pdf>
- Ministério de educação. <https://minedu.gov.cv/>
- Moreira, C. (2013). Microscópio ótico, *Revista e ciência elementar*, 1(1):007, <http://doi.org/10.24927/rce2013.007>
- Nações Unidas. ONU News (17/04/2019 ). *OIT: somente 20% do lixo eletrônico é reciclado formalmente*. <https://news.un.org/pt/story/2019/04/1668641>
- Plano estratégico da educação 2017 - 2021. (2017). 1–192. <https://minedu.gov.cv>.
- Ribeiro, R. da S., Farias, L. F. de, Santos, T. A. dos, & Pasuch, M. C. M. (2013, novembro 04-novembro 11). *O microscópio como recurso didático nas aulas de ciências*. Anais da VI Semana da Biologia, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.
- Santos, J. S. B. D. (2021). *A importância do lúdico para o desenvolvimento e aprendizagem da criança na educação infantil*. Repositório Acadêmico da Graduação de Goiás. <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2201/1/Monografia%20Jordanna%202.pdf>
- Sepel, L. M. N., Rocha, J. B. T. & Loreto, E. L. (2011). Construindo um microscópio II: bem simples e mais barato. *Revista Genética na Escola*, 6(2), 1-5. <https://www.geneticanaescola.com.br/revista/article/download/123/113>
- Shambare, B., & Simuja, C. (2022). A Critical Review of Teaching with Virtual Lab: A Panacea to Challenges of Conducting Practical Experiments in Science Subjects beyond the COVID-19 Pandemic in Rural Schools in South Africa. *Journal of Educational Technology Systems*, 50(3), 393-408. <https://doi.org/10.1177/004723952111058051>
- Silva, E. F. D., Ferreira, R. N. C., & Souza, E. D. J. (2021). Aulas práticas de ciências naturais: o uso do laboratório e a formação docente. *Educação: Teoria e Prática*, 31(64). <https://doi.org/10.18675/1981-8106.v31.n.64.s15360>
- Silva, G. de N. R. da, Araújo, J. F. de, Deus, S. do C. S. R. de, & Júnior, C. A. B. da S. (2019, dezembro 03- dezembro 05). *Experimentação: Uma estratégia simples, divertida e interativa aplicada no clube de ciências*. [conferencia]. Encontro nacional de clubes de ciências 2019, Belém, Pará, Brasil.
- Soares, D., Lopes, B., Abrantes, I., & Watts, M. (2021). The initial training of science teachers in African countries: a systematic literature review. *Sustainability*, 13(10), 5459. <https://doi.org/10.3390/su13105459>
- Soga, D., Junior, R.D.P., Ueno-Guimarães, M.D. & Muramatsu, M. (2017). Um microscópio caseiro simplificado. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 39(4), e4506. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0133>

- Teles, N., & Fonseca, M. J. (2019). A Importância do Microscópio Ótico na Revolução Científica-das práticas educacionais à representação museológica. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 20, 126-140. <https://doi.org/10.23925/2178-2911.2019v20espp126-140>
- Wallau, G. D. L., Ortiz, M. D. F., Rubin, P. M., Loreto, E. L., & Sepel, L. M. (2008). Construindo um microscópio, de baixo custo, que permite observações semelhantes às dos primeiros microscopistas. *Revista Genética na Escola*, 3(2), 8-10. <https://geneticanaescola.emnuvens.com.br/revista/article/download/65/56>
- Vaile, F. K. U., Lopes, B., & Loureiro, M. J. (2021). Inovar na Educação em Ciências em Angola: Um estudo exploratório na formação continua de professores na area da Bioenergetica. *Da Investigação às Práticas: Estudos de Natureza Educacional*, 11(1), 102-122.