

**Empoderando Alunos e Professores em Cabo Verde através da  
Construção e utilização de Microscópios de material reciclado**

**Empowering Students and Teachers in Cape Verde by Building and  
Using Microscopes from Recycled Materials**

**Donner aux élèves et aux enseignants du Cap-Vert les moyens de  
construire et d'utiliser des microscopes à partir de matériaux  
recyclés**

**Capacitación de estudiantes y profesores de Cabo Verde  
mediante la construcción y el uso de microscopios reciclados**

Fredson Delgado<sup>1</sup>

Betina Lopes <sup>2</sup>

Bruno Sanches <sup>3</sup>

Carla Morais <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ministério da Educação e Cabo Verde

<sup>2</sup> Departamento de Educação e Psicologia, Universidade de Aveiro

<sup>3</sup> Casa da Ciência da Praia

<sup>4</sup> CIQUP, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

**Resumo**

O presente estudo explora a implementação do Microscópio de Material Reutilizado (MMR) nas aulas práticas de ciências em escolas secundárias na Cidade da Praia, Cabo Verde, e seu impacto no ensino em contextos de recursos limitados. Recorrendo a inquéritos por questionário, entrevistas e observação livre, a investigação coletou dados de professores (n=24) e alunos (n=50), revelando uma ampla aceitação e satisfação com o MMR, elogiado por seu custo acessível, simplicidade e potencial para tornar as aulas mais atraentes e inclusivas. A maioria dos alunos manifestou interesse em produzir o MMR para uso em suas escolas, indicando um alto potencial de adoção. Os professores destacaram que a formação lhes trouxe métodos novos e eficazes para o ensino prático de ciências. Os resultados indicam que o MMR atende a uma procura por ferramentas acessíveis, promovendo um ensino científico que valoriza a responsabilidade social e a sustentabilidade, alinhado à visão de uma ciência emancipatória e ética. Conclui-se que o MMR representa uma estratégia viável e inovadora para enriquecer a educação científica em Cabo Verde.

Palavras-chave: Cabo Verde; Ensino de ciências; Material low-cost; Microscopia; Sustentabilidade.

**Abstract**

This study explores the implementation of the Reused Material Microscope (RMS) in practical science classes in secondary schools in Praia, Cape Verde, and its impact on teaching in resource-limited contexts. Using questionnaire surveys, interviews and free observation, the research collected data from teachers (n=24) and students (n=50), revealing broad acceptance and satisfaction with the MMR, praised for its affordability, simplicity and potential to make lessons more attractive and inclusive. Most of the students expressed an interest in producing the MMR for use in their schools, indicating a high potential for adoption. The teachers emphasised that the training brought them new and effective methods for practical science teaching. The testimonies indicate that the MMR meets a demand for accessible tools, promoting scientific teaching that values social responsibility and sustainability, in line with the vision of an emancipatory and ethical science. We conclude that the MMR

represents a viable and innovative strategy for enriching science education in Cape Verde.

Keywords: Cape Verde; Science teaching; Low-cost materials; Microscopy; Sustainability.

### **Résumé**

Cette étude explore la mise en œuvre du microscope à matériaux réutilisés (MMR) dans les cours de sciences pratiques dans les écoles secondaires de Praia, au Cap-Vert, et son impact sur l'enseignement dans des contextes à ressources limitées. À l'aide d'enquêtes par questionnaire, d'entretiens et d'observations libres, la recherche a recueilli des données auprès d'enseignants (n=24) et d'élèves (n=50), révélant une large acceptation et une grande satisfaction à l'égard du MMR, loué pour son prix abordable, sa simplicité et son potentiel à rendre les cours plus attrayants et plus inclusifs. La plupart des élèves se sont montrés intéressés par la production du RMM pour l'utiliser dans leurs écoles, ce qui indique un fort potentiel d'adoption. Les enseignants ont souligné que la formation leur avait apporté des méthodes nouvelles et efficaces pour l'enseignement pratique des sciences. Les témoignages indiquent que le MMR répond à une demande d'outils accessibles, promouvant un enseignement scientifique qui valorise la responsabilité sociale et la durabilité, conformément à la vision d'une science émancipatrice et éthique. Nous concluons que le MMR représente une stratégie viable et innovante pour enrichir l'enseignement des sciences au Cap-Vert.

Mots-clés : Cap-Vert ; Enseignement des sciences ; Matériel bon marché ; Microscopie ; Durabilité.

### **Resumen**

Este estudio explora la implementación del Microscopio de Material Reutilizado (MMR) en clases prácticas de ciencias en escuelas secundarias de Praia, Cabo Verde, y su impacto en la enseñanza en contextos de recursos limitados. Mediante encuestas con cuestionario, entrevistas y observación libre, la investigación recogió datos de profesoras (n=24) y alumnos (n=50), revelando una amplia aceptación y satisfacción con el MMR, elogiado por su asequibilidad,

simplicidad y potencial para hacer las clases más atractivas e inclusivas. La mayoría de los estudiantes expresaron su interés en producir el MMR para utilizarlo en sus escuelas, lo que indica un alto potencial de adopción. Los profesores destacaron que la formación les aportó métodos nuevos y eficaces para la enseñanza práctica de las ciencias. Los testimonios indican que el MMR satisface una demanda de herramientas accesibles, promoviendo una enseñanza científica que valora la responsabilidad social y la sostenibilidad, en línea con la visión de una ciencia emancipadora y ética. Concluimos que el MMR representa una estrategia viable e innovadora para enriquecer la enseñanza de las ciencias en Cabo Verde.

Palabras-claves: Cabo Verde; Enseñanza de las ciencias; Material de bajo coste; Microscopía; Sostenibilidad.

### **Notas Biográficas**

Fredson Delgado

Bio: É licenciado em Ciências Biológicas (Universidade de Cabo Verde) e Mestre em Ensino e Divulgação das Ciências (Faculdade de Ciências da Universidade do Porto). Atualmente é professor e Coordenador acional de Biologia pelo Ministério da Educação de Cabo Verde. Como investigador alimenta o interesse na produzindo materiais de baixo custo para o ensino das ciências em países de baixo rendimento.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5945-9666>

E-mail: [nhofadelgao@gmail.com](mailto:nhofadelgao@gmail.com)

Morada: Ministério da Educação e Cabo Verde

Betina Lopes

Bio: Licenciada em Biologia (Ramo formação Educacional) pela Universidade de Coimbra. Mestre em Comunicação em Educação em Ciências e Doutora em Educação (Ramo Didática e Desenvolvimento Curricular) pela Universidade de Aveiro (Portugal). Vicecoordenadora do Centro de Investigação em Didática e Tecnologia Educativa na Formação de Formadores ( CIDTFF ) e Diretora do curso de mestrado Ensino de Biologia e Geologia no 3º ciclo do Ensino Básico

e Ensino Secundário.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0669-1650>

E-mail: [blopes@ua.pt](mailto:blopes@ua.pt)

Morada: Departamento de Educação e Psicologia, Universidade de Aveiro

Bruno Sanches

Bio: É um Biólogo e Professor de Biologia, licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade de Cabo Verde. Atualmente, atua como Assistente de Pesquisa na Casa da Ciência da Praia, parte integrante da Universidade de Cabo Verde. Bruno é um entusiasta da divulgação científica e dedica-se apaixonadamente à democratização do conhecimento científico, buscando tornar a ciência acessível a todos.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-7217-7010>

E-mail: [brunom.sanches@student.unicv.edu.cv](mailto:brunom.sanches@student.unicv.edu.cv)

Morada: Casa da Ciência da Praia

Carla Morais

Bio: É Licenciada em Química, Mestre em Educação Multimédia, Doutorada e Agregada em Ensino e Divulgação das Ciências pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP). É Professora Auxiliar com Agregação e membro da Unidade de Ensino das Ciências nessa Faculdade. É membro da Comissão Coordenadora do Centro de Investigação em Química da Universidade do Porto (CIQUP), onde coordena o grupo de investigação “RT5: Educação, Comunicação de Ciência e Sociedade”

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2136-0019>

E-mail: [cmorais@fc.up.pt](mailto:cmorais@fc.up.pt)

Morada: CIQUP, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

**Datas de receção e de aceitação** (13/11/2024) (14/04/2025)

## Introdução

Descobrir e ensinar são, sem dúvida, das melhores sensações que sentimos como seres humanos. A busca pelo conhecimento amplia os nossos horizontes e instiga a curiosidade, permitindo que questionemos o mundo ao nosso redor, e avancemos em direção a soluções inovadoras. Ao ensinar, compartilhamos essas descobertas, democratizando o acesso ao saber, capacitando novas gerações a enfrentarem desafios futuros com criatividade e responsabilidade. Ensinar, portanto, não é apenas transferir conhecimento, mas também inspirar, motivar e preparar para a participação ativa e consciente na sociedade (Cachapuz et al., 2005).

O questionamento sobre o papel da educação é especialmente pertinente para países em desenvolvimento, como Cabo Verde, onde os desafios económicos, sociais e ambientais tornam essencial a busca por soluções que promovam tanto o progresso coletivo quanto a emancipação individual. Esse objetivo ressoa profundamente com as palavras do “Pai da nação”, Amílcar Cabral:

Educação constitui a base fundamental em que se deve assentar o trabalho da emancipação de cada ser humano, da consciencialização do homem, não em função das necessidades e conveniências individuais, ou de classes, mas, sim, relativamente ao meio em que vive, as necessidades da coletividade e aos problemas da humanidade em geral (Fonseca et al., 2015).

Essa visão inspira uma educação não só voltada para a descoberta, mas também enraizada na responsabilidade social e na transformação das realidades locais, potencializando a educação como o motor essencial para uma sociedade mais equitativa e sustentável.

Aceitando a ciência como parte do património, e uma das mais importantes conquistas intelectuais da humanidade, fazendo dela parte da cultura em sentido lato (Martins, 2022), ensinar ciência é mais do que nunca, um processo de construção contínua e permanente. Assim, ensinar e estudar ciências é uma fascinante jornada de descoberta, que permite aos alunos explorarem o

intrigante e vasto universo que os rodeia, transformando o “ensinar ciência” numa das maiores aventuras do conhecimento humano, em que a curiosidade é a força motriz e a exploração constante um verdadeiro propósito. A questão que permanece é: essa ciência é para todos?

Já dizia Mayor (1999) que “a ciência deve continuar a sondar os inúmeros mistérios que perduram. Mas ela não pode mais - e sobretudo nós não podemos mais, graças a ela e ao seu lado – iludir a questão fundamental: a ciência para quê e para quem?” (p.9). O questionamento “para quê e para quem?” coloca a ciência como um recurso que não pode ser apenas autorreferencial, voltado unicamente para o avanço do conhecimento ou resolução e problemas técnicos, mas também para promover o bem-estar humano e o progresso social. Precisamos de uma ciência que valorize o ser humano, que seja orientada por um propósito emancipatório e exija uma maior responsabilidade humana nas escolhas e decisões que fazemos (Cachapuz, 2023). Pede-se uma ciência que esteja mais conectada às pessoas, com um forte compromisso social, inserida em um ideal de emancipação e fundamentada em princípios de responsabilidade e solidariedade (Cachapuz, 2022).

Este pensamento convida à introspeção sobre os objetivos da prática científica, reforçando que o verdadeiro valor da ciência está em seu potencial de transformação positiva para a sociedade como um todo.

Convocando, em particular, a realidade de Cabo Verde, país em vias de desenvolvimento, umas das maiores barreiras, quando falamos no ensino e na divulgação da ciência, prende-se com a necessidade de ensino de uma ciência mais contextualizada e prática, decorrente da falta de materiais e de recursos laboratoriais nas escolas. Cientes de que o acesso ao equipamento laboratorial é de crucial importância para o ensino das ciências (Shambare & Simuja, 2022), e que a inexistência dos mesmos é um grande problema na compreensão de alguns conteúdos por parte dos alunos (Das et al., 2021; Vaile et al., 2021), a relevância deste estudo está sustentada em duas frentes. Por um lado, este propõe ensinar professores e alunos das escolas secundárias da Cidade da Praia e da Cidade Velha a produzir um microscópio alternativo ao microscópio convencional, que poderá servir como um instrumento de apoio na dinamização de aulas práticas e no ensino de microscopia. Por outro lado, busca

sensibilizar os professores sobre a importância das aulas práticas no ensino das ciências, ressaltando como essas atividades podem enriquecer a aprendizagem e estimular o interesse dos alunos pela investigação científica. Neste sentido acrescentamos duas questões de investigação:

- a) Como os professores perceberam a produção e utilização do Microscópio de Material Reutilizado (MMR) nas aulas práticas?
- b) Qual o impacto nos professores e alunos da utilização do MMR?

Essas questões visam compreender tanto a recepção dos professores em relação à formação sobre o Microscópio de Material Reutilizado (MMR) quanto o efeito prático dessa ferramenta na aprendizagem dos alunos, permitindo uma avaliação abrangente dos benefícios e desafios da sua implementação.

## **Fundamentação teórica**

### **Relevância da Microscopia na Educação Científica**

O desenvolvimento do microscópio pela família Jansen (Rosenthal, 2009; Teles & Fonseca, 2019) e descoberta da célula por parte do cientista inglês Robert Hooke, apresentada em seu livro intitulado *Micrographie* (Araki, 2017; Rosenthal, 2009) são, sem dúvida, alguns dos marcos mais importantes da ciência e do conhecimento humano, pois proporcionaram à comunidade científica e à sociedade em geral, conhecer um mundo até a data inacessível. Pela sua importância, a sua introdução e utilização no ensino das ciências no séc. XIX (Calado, 2019; Calligaro & Calligaro, 1999) era inevitável, representando, também, um marco fundamental para o desenvolvimento do conhecimento científico entre a comunidade acadêmica (Veeraraghavan & Silverstein, 2021). Teles e Fonseca (2019) salientam que o seu uso em práticas de sala de aula como um recurso didático pode contribuir de forma satisfatória para melhorar o processo de aprendizagem e o desempenho dos alunos, pois estimula a participação, aumenta o interesse dos alunos e permite construir conhecimentos mais aprofundados sobre a realidade. Assim, o microscópio desempenha um papel crucial no ensino prático das ciências, impulsionando a

compreensão de temas fundamentais nas Ciências Biológicas e na Química, promovendo uma abordagem investigativa e prática no ensino das ciências (Veeraraghavan & Silverstein, 2021). Para Astolfi e Develay (2001), a compreensão não é algo que se transmite, mas que se constrói com a participação ativa do aluno, reforçando a importância do protagonismo estudantil no processo de aprendizagem. Em linhas gerais a utilização do microscópio em atividades práticas incentiva o aluno a experimentar, refletir e desenvolver autonomia cognitiva, ao mesmo tempo que fomenta o trabalho coletivo e a troca de ideias. Essas práticas permitem momentos de descoberta e interação, nos quais o inesperado pode surgir, ampliando a aprendizagem (Teles & Fonseca, 2019).

### **O Ensino da Microscopia no Sistema Educacional Cabo-Verdiano: Contexto Social e Educacional**

Cabo Verde é um arquipélago localizado na Costa Ocidental da África, composto por dez ilhas, com recursos naturais limitados e um sistema educativo que enfrenta desafios específicos devido à sua localização geográfica e restrições económicas. No contexto do ensino das ciências, a microscopia sempre esteve presente nos diferentes níveis do sistema e ensino. A reforma curricular que está em andamento, além de fornecer os manuais que antes eram inexistentes, visa trazer um foco maior no reforço do ensino de ciências (DL n.º 27, 28, 29 e 30: Reforma do Sistema Educativo Cabo-verdiano, 2022). Com o objetivo de alinhar o perfil dos alunos que concluem o 12.º ano com os padrões de qualidade dos sistemas educativos mais desenvolvidos, nomeadamente os dos países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), e de melhorar o posicionamento de Cabo Verde em rankings internacionais de educação (Ministério de Educação, 2006), o ensino das ciências tem assumido um papel central no currículo nacional, desde o ensino básico (1.º ao 8.º ano) até ao ensino secundário (9.º ao 12.º ano). Essa valorização tem sido acompanhada pela adoção de manuais escolares mais contextualizados, que integram conteúdos alinhados com a realidade local e promovem uma aprendizagem mais significativa.

Quando falamos particularmente de microscopia, encontramos, no primário (Tabela 1) e secundário (Tabela 2), conteúdos que permitem ao professor trabalhar o tema.

Podemos ver que o tema da microscopia é introduzido de forma progressiva e relevante no currículo de ciências, abordando conceitos-chave em ambos os ensinos primário e secundário. Do ensino primário, os alunos começam a entender o básico sobre células e microrganismos a partir do 4.º ano, nível em que aprendem a identificar as partes do microscópio e o funcionamento do instrumento, proporcionando uma introdução visual ao mundo celular. No 6.º ano, o foco se expande para a diversidade microbiana, para que no 10.º ano, o tema seja aprofundado com o estudo detalhado da célula, membranas e organelos, promovendo uma compreensão mais complexa das estruturas celulares e funções. Essa progressão permite uma aprendizagem escalonada, ampliando as habilidades analíticas dos alunos e enfatizando o valor do microscópio na descoberta científica ao longo da formação.

**Tabela 1**

O ensino da microscopia no ensino primário

<b>Nível de escolaridade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Área temática</b>	<b>Objetivos de aprendizagem</b>
4.º ano	III Ciências da Natureza	Células	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer o conceito básico da célula;</li> <li>• Referir os principais constituintes de uma célula;</li> <li>• Saber quem criou os primeiros microscópios;</li> <li>• Identificar as principais partes dos microscópios;</li> <li>• Conhecer o funcionamento de um microscópio.</li> </ul>
6.º ano	Unidade e diversida	Diversida de de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender o papel dos microrganismos para o ser humano;</li> </ul>

---

de entre os seres vivos	Microrganismos	<ul style="list-style-type: none"><li>•Relacionar a evolução do microscópio com a descoberta de novos microrganismos;</li><li>•Indicar nomes de principais grupos de microrganismos;</li><li>•Distinguir microrganismos patogénicos de microrganismo úteis ao ser humano;</li><li>•Descrever a influência de alguns fatores do meio no desenvolvimento de microrganismos;</li><li>•Saber o contributo de dois cientistas para a descoberta de microrganismos.</li></ul>
-------------------------	----------------	---

---

Nota: DL nº 27, 28, 29 e 30: Reforma do Sistema Educativo Cabo-verdiano (2022).

**Tabela 2**

O ensino da microscopia no ensino secundário

---

<b>Nível de escolaridade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Conteúdos e conceitos</b>
10.º ano	UNIDADE II: A célula e a química da vida	Capítulo II: Uma Viagem pela célula <ul style="list-style-type: none"><li>• A descoberta da célula</li><li>• Estrutura e função da Membrana Plasmática</li><li>• Citoplasma e os organelos celulares</li><li>• Núcleo e material genético</li></ul>

---

Nota: DL nº 27, 28, 29 e 30: Reforma do Sistema Educativo Cabo-verdiano (2022).

Considerando o contexto e a realidade, a microscopia, embora seja fundamental para o desenvolvimento do pensamento científico e a compreensão da biologia, tem sua componente prática pouco acessível nas escolas, devido ao alto custo dos equipamentos e à escassez de recursos estruturais. Até à data do desenvolvimento do estudo, nas informações recolhidas, das doze escolas secundárias da Cidade da Praia, somente 4 tinham laboratórios com microscópios. Essas limitações tornam urgente a busca por alternativas educacionais viáveis que sejam acessíveis e sustentáveis, nascendo assim este trabalho.

### **Sustentabilidade e o ensino das ciências: O Papel dos Materiais Reutilizáveis**

Diante dos desafios financeiros enfrentados pelas escolas cabo-verdianas, especialmente no que se refere aos altos custos dos equipamentos laboratoriais, como o microscópio, torna-se evidente a necessidade de buscar alternativas viáveis para melhorar o ensino das ciências no país.

Neste cenário, a elaboração de recursos didáticos alternativos constitui uma necessidade para melhorar o quadro atual do ensino das ciências (Junior & da Silva, 2010). Assim, para responder às diretrizes de um ensino de qualidade, promovendo a investigação, a criatividade e inovação (DL n.º13/2018: Lei de Base do Sistema Educativo Cabo-verdiano, 2018), o uso de protótipos educacionais de baixo custo nas escolas é de grande importância, pois auxiliam no desenvolvimento de aprendizagens essenciais. Locatelli e da Rosa (2015) definem protótipos como “instrumentos didáticos, com o objetivo de auxiliar na compreensão dos conteúdos escolares, podendo-se referir tanto a equipamentos para aulas experimentais quanto a dispositivos informatizados” (p.207). O uso desses protótipos didáticos permite que o conceito teórico seja aplicado a uma situação prática real, visível aos alunos, possibilitando que estes façam associações entre a teoria e a prática, conforme argumenta Junior e da Silva (2010). Além do caráter científico, que promove o aprofundar e cimentar de conhecimentos teóricos por parte dos alunos, os protótipos, desenvolvidos numa perspectiva de utilização de material reciclado ou reutilizado, viabilizam o

trabalho com as questões da sustentabilidade, alertando os alunos para a questão do excesso de produção de lixo.

Portanto, a implementação de iniciativas práticas utilizando protótipos educacionais “low cost” não apenas preenchem a lacuna deixada pelos custos elevados dos equipamentos, mas também promovem uma educação científica mais acessível e sustentável. Muitos autores, nas diferentes áreas de ensino das ciências, Microbiologia (Rabelo et al., 2020), ensino da Química (Vieira et al., 2019), ensino da Genética (Santana et al., 2018) e o ensino da Física (dos Santos et al., 2004), têm destacado a utilização desses recursos como forma de criar instrumentos de ensino, pois estimulam a criatividade e o pensamento crítico dos alunos, promovendo uma abordagem mais hands-on e experimental da aprendizagem, além de poder ter um impacto positivo no meio ambiente, reduzindo os resíduos, a necessidade de recursos caros e diminuindo o desperdício. O MMR respeita essa realidade.

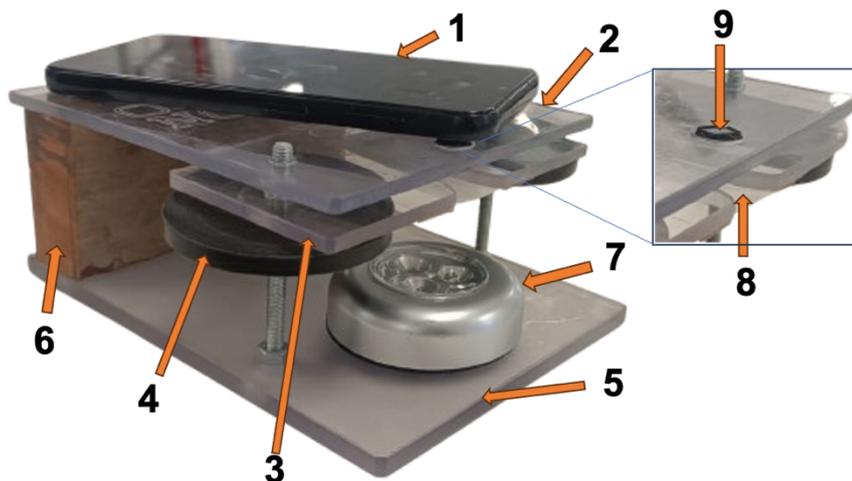
### **Fundamentos e Objetivos do Microscópio de Material Reutilizado (MMR)**

O MMR, produzido no clube de ciências da uma escola secundária da Cidade da Praia – Cabo Verde, é um protótipo engenhoso que combina a ciência com a sustentabilidade. Ele surgiu da necessidade sentida pelos professores e alunos de realizar práticas de microscopia, para melhor compreender os conteúdos teóricos abordados nas aulas. Este microscópio permite a observação de pequenos objetos e microrganismos, promovendo uma educação científica de maneira acessível e ecológica. Utilizando acrílico, madeira e parafusos para as partes mecânicas, e câmaras de smartphones encontrados no lixo para a parte ótica, foi possível criar um dispositivo capaz de visualizar células animais e vegetais, bem como protozoários. Além de reduzir o desperdício, o MMR incentiva a criatividade e a inovação, demonstrando que é possível criar ferramentas científicas eficazes a partir de materiais reciclados. Na imagem 1, é apresentada uma imagem legendada do MMR, permitindo conhecer a estrutura do protótipo.

O MMR tem como essência a democratização do conhecimento científico, oferecendo uma ferramenta acessível e sustentável (Delgado et al., 2023). Este promove a aprendizagem ativa e investigativa, especialmente em contexto e recurso limitados, nos quais a sua simplicidade e baixo custo viabilizam atividades práticas e estimulam o interesse pela ciência entre estudantes e professores

**Imagem 1**

Estrutura do Microscópio de Material Reutilizado (MMR) legendada



Nota: Adaptado de Delgado et al. (2023)

- |  |   |
|--|---|
| 1. Smartphone que irá servir de ocular           | 5. Base   |
| 2. Base de suporte do smartphone                 | 6. Peça de madeira que serve de coluna do microscópio |
| 3. Estrutura que vai suportar a lâmina – platina | 7. Fonte luminosa                                     |
| 4. Rodas que permitem focalização                | 8. Película de dispersão de luz                       |
|  | 9. Lente  |

## **Metodologia**

### **Caracterização do estudo**

Este estudo surge como uma resposta crucial à falta de documentos que apresentam a realidade cabo-verdiana, relativamente à formação contínua de professores e alunos, nas mais diversas temáticas. Norteada pelas questões de investigação acima expostas, a abordagem metodológica abraçada foi o estudo de caso exploratório, uma vez que se pretende explorar a experiência vivida pelos formandos durante a formação e aferir perceções (Coutinho, 2023) sobre a utilidade do MMR.

### **Participantes**

A formação contínua de professores contou com a participação de 24 professores (dois por cada escola secundária), dos quais 22 eram professoras e 2 professores. A faixa etária média dos participantes situa-se entre os 31 e os 60 anos, com o intervalo entre os 41- 45 a ser o mais representado. Em relação à experiência profissional, esta varia entre 5 e 30 anos, sendo a média de 19 anos de serviço, o que comprova um grupo de profissionais com uma trajetória extensa na carreira educacional. Os participantes atuam no ensino do 7.º aos 12.º anos, trabalhando com disciplinas como Ciências da Terra e da Vida, Biologia, Geologia, Saúde e Higiene.

A ação de formação dos alunos contou com a participação de 50 alunos, divididos entre os níveis 10.º ano, 11.º ano e 12.º ano de escolaridade. A atividade foi auxiliada pelos seus professores de biologia, que já tinham participado na formação de professores.

### **A ação de formação**

As ações de formação tiveram a mesma organização tanto para os professores, quanto para os estudantes. Foram estruturadas em dois momentos: momentos de exploração teórica (palestras) e momentos de atividades práticas (oficinas), diferindo nos conteúdos apresentados na parte teórica.

### Formação com os professores

A ação de formação contínua de professores decorreu na casa da Ciência da Cidade da Praia durante os dias 3 e 4 de janeiro de 2024. A secção teórica (Imagem 2) abordou os avanços em microbiologia e biologia celular, além de discutir aspetos metodológicos relacionados com o ensino das ciências, como a V de Gowin. O currículo cabo-verdiano, com foco em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), foi integrado à formação, proporcionando aos participantes uma visão crítica sobre a relação entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e como aplicá-la em sala de aula.

Na etapa prática, além de montarem o MMR, os professores foram desafiados a prepararem uma aula prática utilizando o MMR. Quatro MMR foram montados e distribuídos, um por cada grupo. Os professores desenvolveram atividades práticas de microscopia, integrando-as ao currículo e utilizando o V de Gowin para registro e apresentação dos resultados (Imagem 3 e 4). A plataforma Kahoot foi utilizada como ferramenta complementar.

### Imagem 2

Registo fotográfico das palestras. Sessão teórica



Nota: foto tirada pelos autores

**Imagem 3 e 4**

Registo fotográfico das Oficinas: - Na esquerda - Apresentação dos relatórios V de Gowin; Na direita- Praticas com o MMR



Nota: foto tirada pelos autores

**Formação com os estudantes**

As atividades com os estuantes foram realizadas entre os dias 12 e 24 de janeiro de 2024 em sete escolas secundárias da Cidade da Praia e Cidade Velha, contando com a ajuda dos professores de Biologia e Ciências da Terra e da Vida,

que já tinham participado na ação de formação de professores. Na parte teórica, foram apresentados conteúdos relacionados com o tema microscopia, classificação dos seres vivos e sustentabilidade (imagem 5), permitindo aos alunos relembrem os conteúdos trabalhados nas aulas de biologia, garantindo que estavam preparados para a prática que seria desenvolvida.

### Imagem 1

Registo fotográfico da palestra numa das escolas secundárias



Nota: foto tirada pelos autores

Os momentos de atividades práticas foram divididos em duas partes distintas: oficinas de montagem do MMR e visualização. Na oficina de montagem do MMR os estudantes conheceram as partes o MMR e aprenderam como é feita a montagem do MMR, bem como manusear. A seguir, na visualização, foi feita uma comparação do MMR com um microscópio convencional, levando em conta a capacidade de focalização do MMR (Imagem 6, 7 e 8). Para a comparação foi feita a visualização de tecidos animais, vegetais e protozoários em preparações temporárias.

### Imagem 6, 7 e 8

Registo fotográfico das Oficinas com os alunos: Na esquerda - apresentação do MMR e das suas partes; No meio - Visualização das preparações temporárias no microscópio convencional; Na direita - Visualização das preparações temporárias no MMR



Nota: foto tirada pelos autores

### Recolha e análise de dados

Além das imagens recolhidas, que permitiram registrar detalhes relevantes das atividades realizadas durante as formações, foram aplicados questionários a alunos e professores, conduzidas entrevistas semiestruturadas com os professores e realizada observação livre, envolvendo ambos os grupos.

Aos professores foram aplicados dois questionários em papel (um pré-formação e um pós-formação), enquanto os alunos fizeram um questionário no final da atividade, na plataforma Google Forms.

As entrevistas foram realizadas a três professores, três semanas depois da formação, pois a intenção era além de conhecer a sua opinião acerca da

formação, também aferir como se deu a implementação do MMR nas aulas práticas.

Todas as técnicas e respetivos instrumentos de recolha de dados passaram por um teste piloto, que consistiu em aplicar os questionários e as entrevistas a um grupo de três pessoas não participantes as formações.

Para a análise dos dados, optou-se por utilizar a análise de conteúdo, descrita por Bardin (2016), como “um conjunto de técnicas de análise”, “muito empírico” e que “tem de ser reinventada a cada momento adequando-a aos objetivos pretendidos” (p.3, 4). Os conteúdos das entrevistas e as anotações das observações na formação e nas aulas assistidas foram classificadas em categorias, com o objetivo de revelar os significados subjacentes aos discursos.

## **Resultados e discussão**

Os resultados deste trabalho oferecem uma visão abrangente dos dados coletados, destacando pontos-chave sobre os elementos investigados e fornecendo uma base sólida para futuras discussões e interpretações detalhadas.

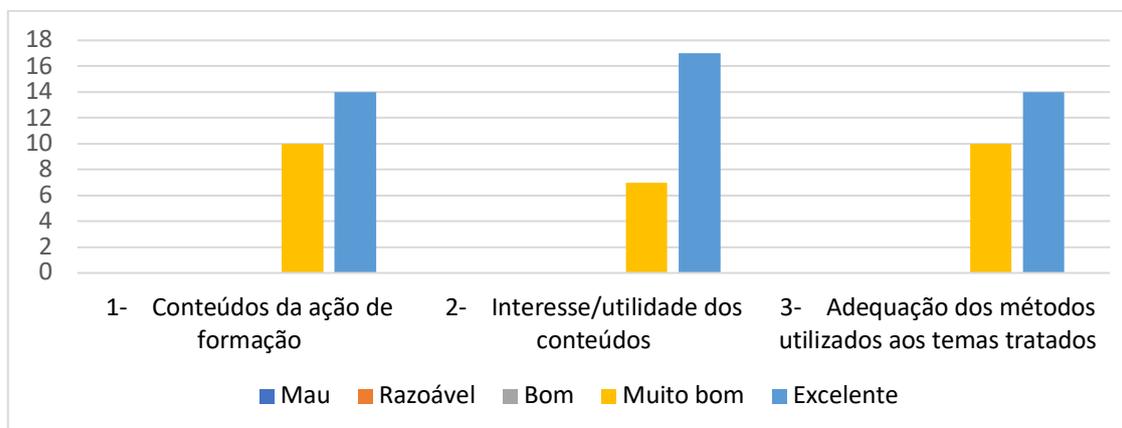
Sabendo que o principal objetivo era capacitar os professores e alunos para o desenvolvimento de aulas práticas de microscopia, foi essencial recolher feedback sobre a formação e sobre o uso do MMR.

## **Avaliação da formação**

As imagens 9 e 10 representam, respetivamente, a perceção dos professores e dos alunos sobre a formação e os formadores, proporcionando uma análise comparativa das opiniões de ambos os grupos.

**Imagem 9**

Avaliação da formação, em relação aos conteúdos e métodos usados, na perspetiva dos professores



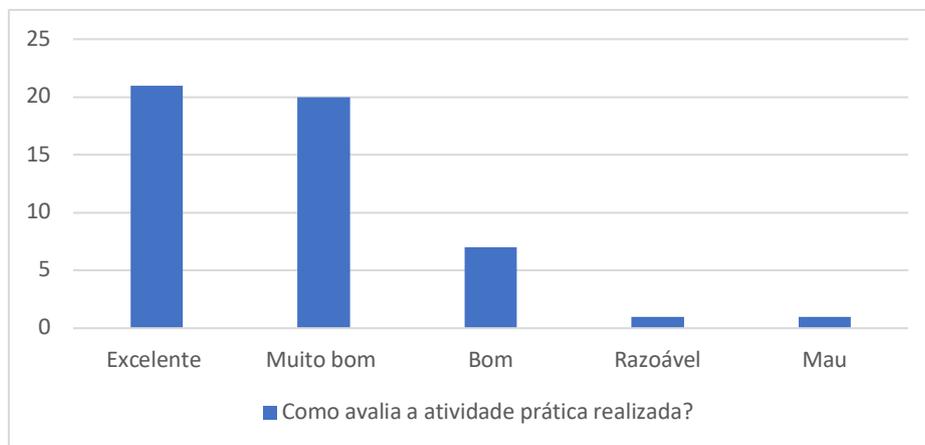
Nota: Feita pelos autores

Todos os professores deram uma avaliação muito positiva, com Excelente e Muito bom em todos os parâmetros. Os dados da avaliação demonstram a relevância e qualidade dos conteúdos da formação. Dos 24 participantes, 14 (58%) classificaram os conteúdos como "Excelente" e 10 (42%) como "Muito Bom". Quanto ao interesse e utilidade, 17 participantes (71%) consideraram os conteúdos "Excelente" e 7 (29%) "Muito Bom". A adequação dos métodos utilizados também foi muito bem avaliada, com 14 participantes (58%) classificando-a como "Excelente" e 10 (42%) como "Muito Bom". Esses resultados indicam um alto nível de satisfação dos participantes em relação aos diversos aspetos da formação. Podemos realçar que os conteúdos (V de Gowin e Karrot) eram conteúdos que tinham sido, pela primeira vez, trabalhados pelos professores, proporcionando-lhes novas ferramentas metodológicas para planear e conduzir aulas práticas de forma mais eficaz e estruturada. Esse primeiro contacto ampliou a compreensão dos professores sobre estratégias de

ensino que incentivam a investigação e a reflexão crítica, elementos essenciais para promover uma aprendizagem mais ativa e significativa entre os alunos.

### Imagem 10

Avaliação da formação, e dos formadores, na perspetiva dos alunos



Nota: Feita pelos autores

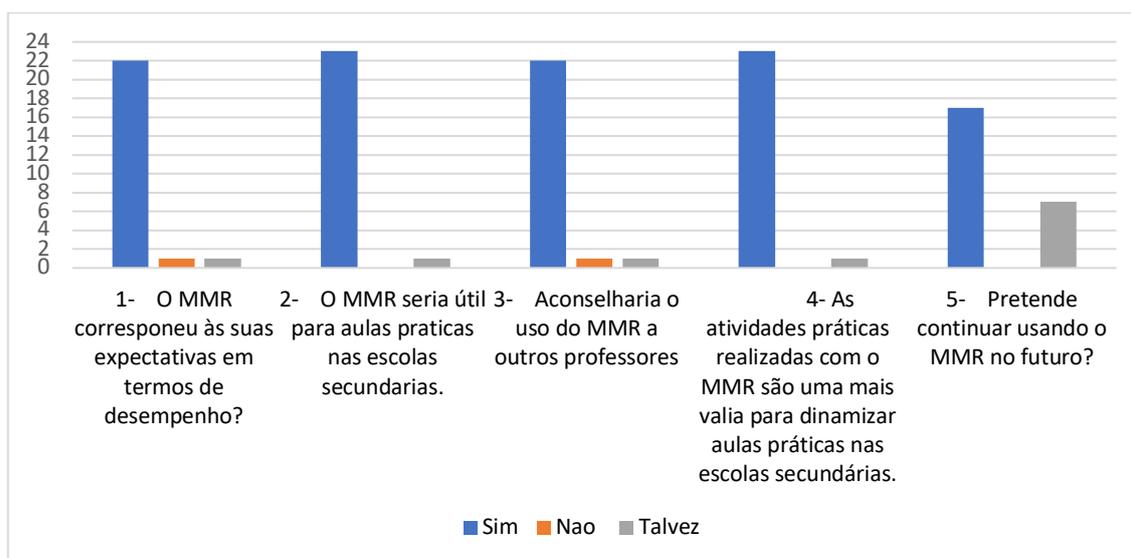
Em relação aos alunos, também observámos uma avaliação muito positiva. Entre os 50 participantes, 21 responderam “Excelente” (42%), 20 “Muito bom” (40%) e 7 “Bom” (14), em relação à avaliação da prática realizada. Somente dois alunos responderam “Razoável” (1) e “Mau” (1), indicando que o conteúdo da formação não foi do interesse ou não cativou a todos. É um ponto a se pensar para o futuro da formação.

### Avaliação do Microscópio de Material Reutilizado (MMR)

O segundo ponto de avaliação, consistia em conhecer a percepção dos formandos (Professores e Alunos) em relação ao MMR. Na imagem 11. apresenta-se uma síntese das respostas resultantes da avaliação que os professores fizeram do MMR.

**Imagem 11**

**Avaliação do microscópio MMR por parte dos professores**



Nota: Feita pelos autores

Em relação ao atendimento das expectativas de desempenho, a maioria dos participantes (22 de 24) afirmou que o MMR atendeu claramente às suas expectativas em termos de desempenho, algo que também podemos comprovar com o depoimento abaixo:

Trabalhar com o microscópio de baixo custo foi uma novidade muito grande, dá para ver que é algo que nos vai ajudar muito porque aqui em Cabo Verde temos turmas com muitos alunos. Portanto esse microscópio como podemos ver, dá para ser usado por muitos alunos ao mesmo tempo, então é uma mais valia. (Professor/a CJ2)

Falando da utilidade para aulas práticas, a quase totalidade dos participantes, 23 dos 24, concordou que o MMR seria útil para a realização de aulas práticas nas escolas secundárias. Esse consenso indica uma percepção geral de que o MMR pode agregar valor ao ensino prático de ciências nas escolas, oferecendo uma ferramenta eficaz para promover a aprendizagem dos alunos. Dos depoimentos dos professores podemos dizer que essa ferramenta apresenta diversas vantagens em comparação com o microscópio convencional. Os professores destacam a possibilidade de vários alunos trabalharem simultaneamente no MMR, enquanto no convencional apenas uma pessoa pode usar de cada vez, algo muito significativo, quando falamos de países com fracos recursos e com carência de equipamentos de laboratório, como é o caso de Cabo Verde. Também nas entrevistas, os professores expuseram as percepções semelhantes:

O facto de muitos alunos trabalharem ao mesmo tempo num microscópio enquanto que no microscópio convencional é uma pessoa de cada vez; posso fazer fotografias e vídeos fáceis, algo que não acontece no microscópio convencional. Tem muitas vantagens. Por ser na câmara de um smartphone, posso explicar, apontar e no convencional é bem diferente.  
(Professor/a CJ2)

Sobre a recomendação a outros professores, a grande maioria dos participantes (22 de 24) afirmou que recomendaria o uso do MMR a outros professores. Isso reflete uma confiança na eficácia e utilidade do MMR como recurso educativo, sugerindo que os participantes estão dispostos a compartilhar a sua experiência positiva com seus colegas. Os entrevistados reforçaram essa intenção, através da ideia de que o bom tem que ser partilhado. O seguinte depoimento ilustra isso: “Recomendaria e já recomendei para o meu grupo de coordenação” (Professor/a RS1).

Podemos concluir que há uma recomendação unânime quanto à utilidade e eficácia desse equipamento para a realização de atividades práticas em sala de aula. Sabendo que não seria possível chegar a todos os professores da cidade

da Praia e muito menos de Cabo Verde nessa formação, esse “querer partilhar” permite acreditar no disseminar da formação além dos participantes, o que permitirá popularizar ainda mais do MMR, permitindo que mais alunos possam usufruir de aulas práticas de microscopia.

No que diz respeito à sua utilidade para dinamizar aulas práticas, novamente, a quase totalidade dos participantes concordou que as atividades práticas realizadas com o MMR é uma mais-valia para dinamizar as aulas práticas nas escolas secundárias, e os depoimentos não nos deixam enganar.

Eu diria que o microscópio de material reutilizado, em termos práticos, se calhar funciona melhor. (Professor/a AMD1)

É uma mais valia, é uma forma mais fácil de os alunos começarem a ver os microrganismos e podem até fazer em casa. É uma mais-valia porque os alunos não precisam estar à espera da escola ou do Ministério para conhecerem o mundo microscópio. (Professor/a RS1)

Da parte dos professores, podemos concluir que há uma percepção geral de que o MMR oferece vantagens significativas em termos de aprendizagem. Os professores destacam que o seu uso proporciona uma experiência de aprendizagem mais eficaz em comparação com o microscópio convencional.

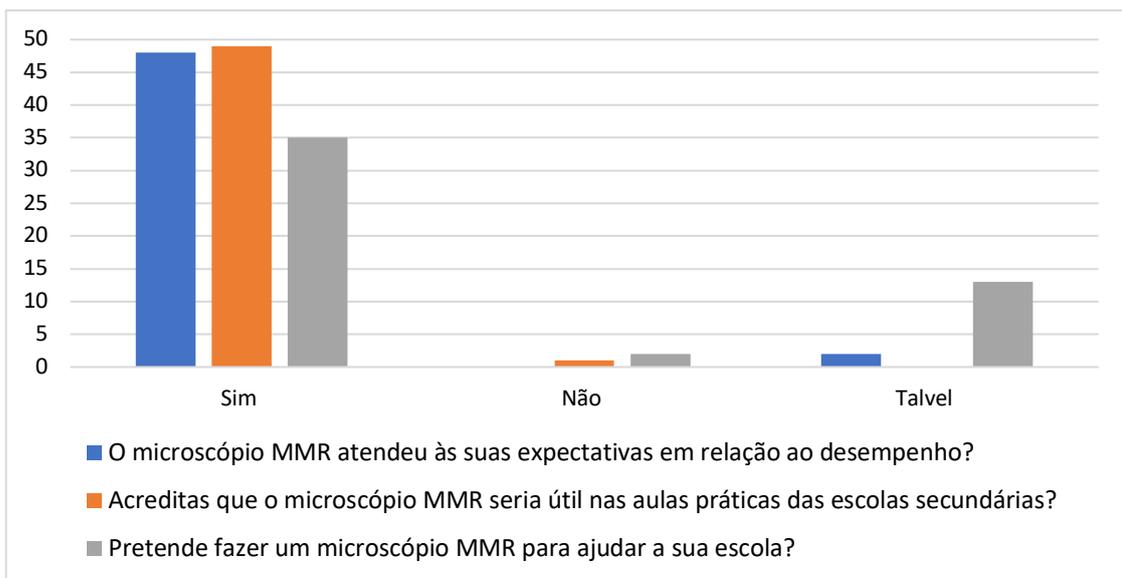
Questionados sobre a intenção de uso futuro, a maioria dos professores (17 de 24) expressou a intenção de continuar a usar o MMR no futuro, indicando uma disposição para integrar essa tecnologia nas suas práticas educacionais a longo prazo. No entanto, é importante notar que sete participantes não se comprometeram com uma resposta definitiva, sugerindo uma certa hesitação ou incerteza em relação ao uso contínuo do MMR. Esse facto levou-nos a observar com mais atenção aqueles que demonstraram hesitação quanto à sua utilização. Foi importante observar que professores que não demonstraram tanta abertura para a utilização do MMR nas suas escolas, eram aqueles em que as suas escolas estavam apetrechadas com microscópios convencionais, neste caso, pertencentes a uma das 4 escolas com estes instrumentos. Esse ponto nos

leva a pensar que os professores, em cujas escolas não existe um microscópio convencional, têm a noção da importância das aulas práticas para os seus alunos, e que veem no MMR uma solução credível para essa realização.

Foi igualmente relevante receber o feedback dos alunos sobre o MMR. Na imagem 12 apresentamos uma síntese das respostas recolhidas.

### Imagem 12

#### Avaliação do microscópio MMR pelos alunos



Nota: Feita pelos autores

Como é apresentado, dos 50 estudantes, 48 alunos (96%) consideram que o microscópio atendeu às expectativas de desempenho, e 49 (98%) acreditam que o MMR seria útil para aulas práticas nas escolas secundárias. Na resposta à pergunta aberta do questionário, alguns depoimentos chamam a atenção, pois evidenciam o entusiasmo pelo MMR, destacando sua acessibilidade, simplicidade e valor educativo, especialmente em escolas com poucos recursos, além de reconhecerem seu potencial para tornar as aulas práticas mais

interessantes e prepará-los para futuros estudos na área de saúde, promovendo também a consciência sobre a importância da reciclagem, como se comprova:

Eu achei o MMR muito interessante, porque ajuda a quem gosta de saber sobre unidades de celular, etc , e é bem mais barato e simples de fazer em casa.

Com o MMR as aulas práticas serão mais interessantes e mais simples. Ajuda escolas, pois as escolas ou pelo onde eu estudo não tem microscópio, e há quem quer ir para área de saúde no futuro. Ajuda os professores a preparar os alunos para o futuro e principalmente a reciclar.

Por isso, quando questionados sobre como produzir um MMR para sua escola, um total de 35 alunos (70%) respondeu que sim. O facto de expressarem o interesse em produzir um MMR para suas escolas indica um alto potencial de adoção dessa tecnologia, sugerindo que o MMR pode ser bem recebido e amplamente implementado, promovendo um ensino prático de ciências acessível e sustentável nas escolas.

A manifestação positiva dos professores e alunos sobre a implementação do MMR nas aulas práticas das escolas secundárias destaca o potencial dessa tecnologia simples, para enriquecer o ensino e a aprendizagem da ciência em Cabo Verde. Esse entusiasmo reflete um desejo compartilhado por uma educação científica mais prática e acessível, alinhada com a perspectiva de Cachapuz (2023), que defende uma ciência orientada por valores emancipatórios, centrada na valorização humana e na responsabilidade ética. Tal visão atesta que as escolhas e decisões na educação científica devem ser guiadas por um propósito maior e que devem visar a formação de cidadãos críticos e conscientes.

Durante as visitas às escolas foi possível observar o frenesim suscitado pelo contacto dos alunos com o MMR pela primeira vez. Alguns professores aproveitaram o entusiasmo dos alunos e lançaram o desafio da produção do MMR por parte dos alunos. Até à realização deste trabalho alunos de cinco

escolas secundárias da Cidade da Praia estavam a replicar o MMR para utilizarem nas aulas e nas feiras de ciências, sendo que duas escolas já também tinham prontos os seus MMR (Imagem 13).

### Imagem 13

Alunos de uma escola secundária apresentando os seus microscópios MMR



Nota: foto tirada pelos autores

## Conclusão

O principal objetivo desta investigação foi analisar a perceção dos professores sobre a formação voltada para a produção e utilização do Microscópio de Material Reutilizado (MMR), bem como avaliar o impacto do uso dessa ferramenta tanto para os docentes quanto para os alunos. A partir desses

objetivos, foi possível realizar uma avaliação detalhada sobre a relevância pedagógica do MMR, identificando não apenas as transformações nas práticas dos professores, mas também o potencial impacto na experiência de aprendizagem dos alunos.

A implementação do MMR nas aulas práticas de ciências nas escolas secundárias da Cidade da Praia mostrou-se uma inovação pedagógica de grande potencial. A partir dos dados coletados, observamos que tanto professores quanto alunos expressaram uma avaliação amplamente positiva da formação, evidenciando a aceitação e a utilidade prática do MMR como ferramenta de ensino.

Os resultados demonstram que a utilização de recursos alternativos, como o MMR, não apenas amplia as possibilidades para o ensino experimental das ciências em contextos com recursos limitados, mas também contribui para uma aprendizagem mais engajada e significativa. A satisfação dos participantes sugere que o MMR é capaz de oferecer uma experiência prática enriquecedora, capaz de aproximar alunos do processo científico de investigação e análise, o que fortalece as habilidades críticas e práticas dos estudantes.

Adicionalmente, a aceitação elevada e a avaliação favorável indicam que o MMR tem potencial para uma implementação mais ampla no sistema educacional, sendo uma alternativa viável em ambientes escolares onde equipamentos tradicionais de microscopia são escassos ou economicamente inviáveis. A possibilidade de introduzir o MMR em larga escala nas escolas secundárias pode promover um ensino mais acessível e inclusivo, democratizando o acesso a práticas científicas fundamentais e apoiando o desenvolvimento de competências essenciais para a formação científica.

Estes resultados reforçam a importância da inovação pedagógica com o uso de materiais de baixo custo e reutilizáveis, destacando que a introdução de ferramentas alternativas pode desempenhar um papel crucial na superação das limitações estruturais e na melhoria da qualidade do ensino de ciências em Cabo Verde e em outros contextos com recursos semelhantes. Estudos futuros poderão explorar ainda mais a aplicação prática do MMR em diferentes cenários, bem como a eficácia da formação de professores e o impacto nas

práticas pedagógicas a longo prazo, contribuindo para o fortalecimento de uma educação científica acessível e sustentável.

## Referências

- Araki, T. (2017). The history of optical microscope. *Mechanical Engineering Reviews*, 4(1), 16-00242-16–00242. <https://doi.org/10.1299/mer.16-00242>
- Astolfi, J. P., & Develay, M. (2001). *A Didática das Ciências*. Papyrus Editora.
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Cachapuz, A. (2022). Educação Em Ciências: Contributos Para a Mudança. *Revista Vitruvian Cogitationes*, 3(2), 64–80. <https://doi.org/10.4025/rvc.v3i2.65705>
- Cachapuz, A. (2023). Educação em ciências: pensar o todo. *Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática*, 4, e023006–e023006. <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/revin/article/view/933/430>
- Cachapuz, A., Gil-perez, D., Carvalho, P. de A. M., Praia, J., & Vilches, A. (2005). *A necessária renovação do ensino das ciências*. Cortez Editora.
- Calado, A. M. (2019). História do Ensino de Histologia. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 20, 455–466. <https://doi.org/10.23925/2178-2911.2019v20espp455-466>
- Calligaro, A., & Calligaro, A. L. (1999). The Museum for the History of the University of Pavia and the birth of histology. *Journal of the History of the Neurosciences*, 8(2), 106–112.
- Coutinho, C. P. (2023). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas Teoria e Prática*. Edições Almeida.
- 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>

- Delgado, F. J. S., Vaz, C. A. G., Lima, H. S., Correia, K. E. G., Borges, M. A. S. A., Ughalah, O. Q., & Lopes, B. D. S. (2023). *Montagem de microscópios a partir de resíduos: um exemplo de cabo verde*. *APEduc Revista- Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia*, 4(1), 138–152.  
<https://doi.org/https://apeduc revista.utad.pt/index.php/apeduc/article/view/424>
- dos Santos, E. I., de Carvalho Piassi, L. P., & Ferreira, N. C. (2004). *Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: uma experiência em formação continuada*.  
<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/sys/resumos/T0058-1.pdf%0A>
- Fonseca, L., Pires, O., & Martins, R. (2015). *Cabo Verde - Reflexões e Mensagens*. Fundação Amílcar Cabral.
- Junior, N. V., & da Silva, A. L. V. (2010). O uso de protótipos para o ensino de robótica e desenvolvimento dos modelos mentais. *Revista de Ensino de Engenharia*, 28(2), 64–68.  
<http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/79/59>
- 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://doi.org/https://doi.org/10.5216/rp.v26i1.37990>
- Martins, I. P. (2022). Educação CTS / CTSA ainda é tema para discussão? *Revista CTS*, 17(50), 123–129.  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8735017.pdf>
- Mayor, F. (1999). *La ciencia: ¿por qué y para quién?* *El Correo e la Unesco*, 9.  
[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000115859\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000115859_spa)
- DL n.º 13/2018: Lei de Base do Sistema Educativo Cabo-verdiano, *Pub. L. No. Boletim Oficial n.º80 – 1.ª Série, de 07 de Dezembro de 2018, 1934 (2018)*.  
[https://minedu.gov.cv/media/orientacao/2020/10/06/Decreto-legislativo\\_nº\\_13\\_2018\\_LBSE.pdf](https://minedu.gov.cv/media/orientacao/2020/10/06/Decreto-legislativo_nº_13_2018_LBSE.pdf)
- DL n.º 27, 28, 29 e 30: Reforma do Sistema Educativo Cabo-verdiano, *Pub. L.*

- No. *Boletim Oficial n.º68 – 1ª Série, de 12 de julho de 2022 (2022)*.  
<https://kiosk.incv.cv/V/2022/7/12/1.1.68.4313/>
- Ministério de Educação. (2006). *Amadeu Cruz satisfeito com o Orçamento do Estado para o Ministério da Educação*. <https://minedu.gov.cv/noticias75>
- Rabelo, E. R., Martins, L. M., da Sivla, A. M. F. D., & Mangiavacchi, B. M. (2020). Aula prática com materiais de baixo custo: uma proposta alternativa para o ensino de microbiologia no ensino fundamental. *Múltiplos acessos*, 5(1), 1–15.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.51721/2526-4036/v5n1a1>
- Rosenthal, C. K. (2009). The beginning. *Nature Cell Biology*, 11(S1), S6–S6.  
<https://doi.org/10.1038/ncb1938>
- Santana, E., De Souza, C. R., Teixeira, & Sampaio, S. F. (2018). Impactos do uso de experimentos de baixo custo no ensino de genética em colégios de ensino médio. *Revista Ciências & Ideias*, 42–56.  
<https://doi.org/10.22407/2176-1477/2017v8i2.682>
- 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/10.1177/00472395211058051>
- 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>
- Vaile, F. K. U., Lopes, B., & Loureiro, M. J. (2021). *Inovar na Educação em Ciências em Angola: Um estudo exploratório na formação contínua de professores na área da Bioenergetica. Da Investigação às Práticas: Estudos de Natureza Educacional*, 11(1), 102–122.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.25757/invep.v11i1.229>
- Veeraraghavan, R., & Silverstein, J. (2021). Microscopes in Education: Unlocking Unseen Worlds and Undreamed-of Futures. *Microscopy Today*, 29(2), 48–51. <https://doi.org/10.1017/s1551929521000493>

Vieira, K. M., Bernini, P. C., Paula, B. R. de, Martino, D. P., Souza, D. C. de,  
Monnerat, C. S., & Correa, S. F. (2019). Instrumentação para o ensino de  
química utilizando materiais de baixo custo. *Research, Society and  
Development*, 8(5), e2285767. <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i5.767>