

# Macrofotografia com um *tablet*: aplicações ao ensino de ciências

(*Macro photography with a tablet: applications on science teaching*)

L.P. Vieira<sup>1</sup>, V.O.M. Lara<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

<sup>2</sup>Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil

Recebido em 20/9/2012; Aceito em 10/1/2013; Publicado em 9/9/2013

Neste trabalho apresentamos uma maneira simples de obter macrofotografias (fotografias ampliadas) utilizando um *tablet* ou *smartphone*. Discutimos inicialmente a técnica empregada, que consiste essencialmente na colocação de uma gota de água sobre a lente da câmera. Em seguida, exploramos algumas aplicações ao Ensino de Ciências nos níveis Fundamental e Médio. Conforme discutido no texto, a simplicidade e poder da técnica podem torná-la uma boa ferramenta didática para uso em diversas disciplinas, como ciências, biologia e física.

**Palavras-chave:** macrofotografia, fenomenologia, *tablet*, uso de tecnologias no ensino de física.

In this work we present a simple way to get macro photography (enlarged photographs) using a tablet or phone.

We initially discuss the technique, which is essentially the accommodation of a drop of water on the camera lens. Next, we explore some applications to science teaching at elementary and high-school levels. As it is discussed in the text, due to the simplicity and power of the technique, it may be a good teaching tool for using in various disciplines, such as science, biology and physics.

**Keywords:** macro photography, phenomenology, tablet, use of technology on physics teaching.

## 1. Introdução

Este trabalho tem como objetivo mostrar algumas aplicações de uma câmera fotográfica comum encontrada em *tablets* e aparelhos celulares. Com certa facilidade, usando apenas uma gota d'água, podemos transformar a câmera em um microscópio funcional e portátil com até  $150\times$  de aumento, abrindo todo um leque de aplicações para o ensino de física, biologia e ciências no Ensino Fundamental e Médio. A técnica não é nova e foi desenvolvida e utilizada anteriormente nas Refs. [1, 2]. Entretanto, não há, até onde sabemos, um trabalho que explore e divulgue aplicações desta técnica em uma perspectiva didática.

Como veremos a seguir, colocando uma gota d'água sobre a lente da câmera do aparelho obtemos fotografias como a mostrada na Fig. 1, que podem ser exploradas em inúmeras situações de sala de aula.

Dividimos este texto em seções que tratam da técnica (seção 2) e das aplicações em vários segmentos de ensino (seção 3). E finalmente encerramos com algumas conclusões e perspectivas.

<sup>2</sup>E-mail: vitorlara@if.uff.br.

## 2. A técnica

Para transformar uma câmera como a de um *tablet* ou celular em um microscópio funcional (e com isso obter boas fotografias macro), basta acomodar uma gota de água sobre a lâmina de vidro que protege a lente convergente da câmera. Com isso, efetivamente acoplamos uma segunda lente convergente cuja dioptria vai de 300 a  $1000\text{ m}^{-1}$  ( $f \sim 1-3\text{ mm}$ ; obtivemos esses números incidindo um feixe laser sobre gotas acomodadas em uma lamínula de microscópio e medindo as distâncias focais com um paquímetro). Devido à enorme ampliação, o campo visual da câmera diminui consideravelmente, o que exige maior proximidade do objeto a ser fotografado para que se possa obter uma imagem nítida. Para mostrar o poder de ampliação da técnica e a necessidade de aproximação entre objeto e câmera, aproximamos uma caneta verde da mesma, conforme pode-se ver na Fig. 2.

Para aplicar a gota sobre o dispositivo, basta molhar um de seus dedos e movê-lo cuidadosamente (para que a gota permaneça em seu dedo) até a lâmina. Ao encostar a porção d'água que está em seu dedo na lâmina, as

forças de adesão e coesão [3] darão conta de acomodá-la, como se vê na Fig. 3.



Figura 1 - Fotografia macro de uma mosca-doméstica (*Musca domestica*) tirada com um *tablet* e uma gota d'água em sua lente.



Figura 2 - Fotografia de uma caneta e sua imagem gerada em um *tablet* com a técnica da gota. A caneta e a lente da câmera, coberta pela gota, podem ser vistas no canto superior direito da figura. Repare que para formar uma imagem nítida da caneta, é necessário aproximá-la da gota (cerca de 3 mm), conforme discutido no texto.



Figura 3 - Fotografia de uma gota sendo acomodada à lâmina protetora da câmera de um *tablet*.

É comum em muitos aparelhos a existência de uma segunda câmera localizada na frente do dispositivo,

você é livre para escolher onde acomodar a gota. Entretanto, vale à pena consultar o manual do dispositivo, pois essa câmera tende a ter qualidade inferior, ou seja, produz imagens com menor resolução. Frequentemente a luminosidade ambiente não é suficiente para captura de boas fotos (isso se deve a diminuição do campo visual da câmera). Para contornar essa dificuldade podemos usar uma lanterna para iluminar o objeto de estudo.

Uma vez descrito o procedimento e condições necessárias para a produção de fotografias macro discutidas nesta seção, vamos passar a algumas aplicações didáticas desta técnica.

### 3. Aplicações

#### 3.1. Física

A técnica descrita acima foi utilizada nas aulas de Física de alguns colégios de nível médio onde um dos autores leciona. Foram exploradas duas perspectivas distintas desse arranjo. A primeira delas teve como objetivo motivar o ensino das lentes e a segunda explorou a birrefringência de grãos de açúcar.

No estudo das lentes, a técnica foi apresentada aos educandos do 1º ano, com o objetivo de motivá-los para o assunto em questão. Pedimos que os alunos aplicassem a técnica para obter fotografias de 3 objetos que eles julgassem interessantes para uma observação ampliada. Recebemos imagens de diversas espécies de animais, vegetais e objetos de uso cotidiano. Alguns exemplos podem ser vistos na Fig. 4.

A segunda aplicação, referente aos grãos de açúcar, consistiu em repousar aleatoriamente grãos de açúcar sobre uma lâmina polarizadora [4], iluminada por baixo por uma fonte de luz difusa. Ao aproximar a câmera desse arranjo podemos perceber grãos iluminados (de maneira translúcida) e totalmente apagados [veja a Fig. 5].

É importante notar o papel da macrofotografia neste estudo: só podemos observar essas características com uma boa ampliação da imagem. Os grãos têm em média um diâmetro de 0,1 mm. Devido a esta pequena escala de comprimento, não somos capazes de observar a luz que atravessa os grãos a olho nu. À medida que a luz plano-polarizada atravessa um determinado grão, ela pode seguir em duas direções distintas; entretanto, apenas a que segue em direção à câmera pode ser observada. Devido a isto, temos algumas imagens distintas, de grãos translúcidos e de grãos mais escuros [4].

#### 3.2. Ciências no Ensino Fundamental

No Ensino Fundamental exploramos a técnica com alunos do 6º ao 9º anos em várias frentes distintas, como o estudo dos solos e grãos, e de partes do corpo humano. Outras aplicações envolveram o estudo da Botânica, da Entomologia e da visão em cores.

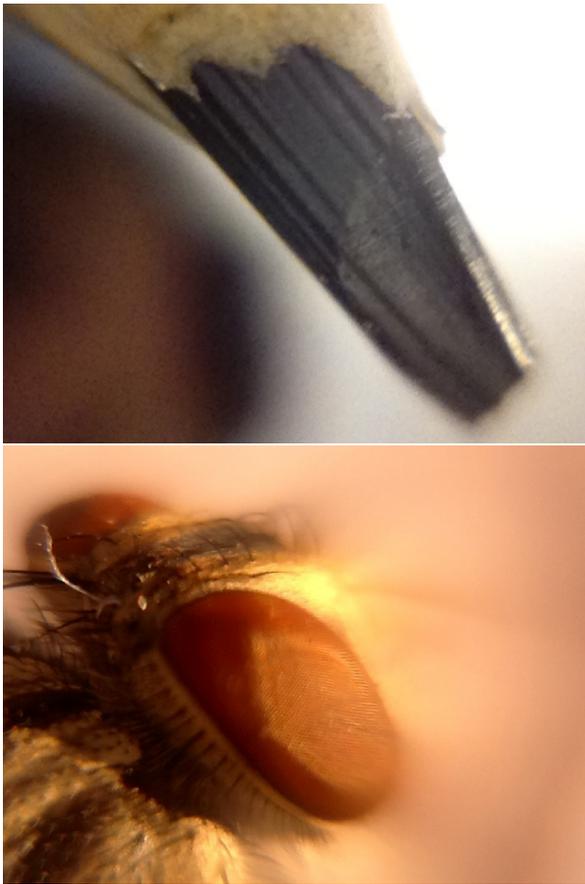


Figura 4 - Acima temos um lápis ampliado (cerca de 60×) e abaixo uma mosca varejeira (ou mosca-da-carne), pertencente à família Sarcophagidae.

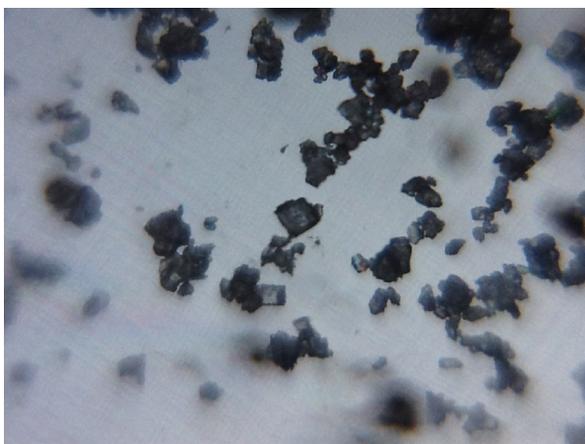


Figura 5 - Imagem ampliada de grãos de açúcar, sobre um polaróide, evidenciando o fenômeno da bi-refringência.

No estudo dos solos, um dos autores deste trabalho utilizou a técnica para que os alunos do 7º ano pudessem perceber as diferentes características que minerais podem apresentar. Como exemplo, foram feitas comparações entre pedras magmáticas e calcárias. E assim, depois de motivar os estudantes, discutimos a origem de cada uma delas.

Já com o corpo humano, partes como a língua fo-

ram exploradas a fim de se estudar as formas das papilas gustativas. No caso das unhas e dos dedos foram evidenciadas minúsculas ranhuras e imperfeições. Além disso, pôde-se discutir a necessidade da manutenção da higiene pessoal, uma vez que diversas partículas de poeira foram observadas. Pôde-se constatar também a existência de pêlos entre os sulcos digitais humanos.

No estudo da Botânica e da Entomologia, um professor de Biologia coletou diversos espécimes de vegetais e insetos. Com base nas macrofotografias dos espécimes discutiu-se com alguns estudantes diversas características morfológicas destes seres. Na Fig. 6 (acima), podemos ver uma fotografia ampliada de uma folha. Nesta imagem, o ponto branco destacado refere-se à células macroscópicas, conhecidas como estômatos. Também na Fig. 6, temos a fotografia de um percevejo fêmea. Realçamos nesta imagem parte do aparelho respiratório e sexual desta espécie.

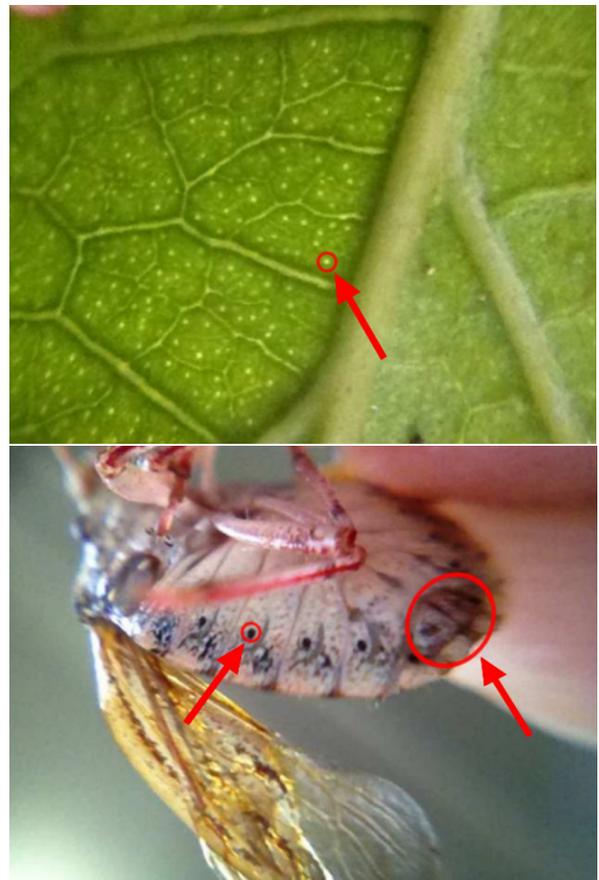


Figura 6 - Acima temos a imagem de uma folha de uma planta do gênero *Malvaviscus*, família Malvaceae, a mesma do algodoeiro, onde destacamos os estômatos, aberturas destinadas à trocas gasosas da fotossíntese/respiração/transpiração. Já o inseto abaixo é um percevejo fêmea, da ordem Hemiptera, família Pentatomidae. Na foto podemos ver os espiráculos, aberturas respiratórias em cada segmento do abdome, e no final do abdome estão as valvas do ovipositor, que são parte da genitália feminina externa.

Também aplicamos a técnica da gota para ampliar um *display* LCD de um *tablet* de um dos estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental. Nosso objetivo era

estudar a formação das cores, por meio da mistura de comprimentos de ondas distintos. Na Fig. 7 temos a foto em tamanho real de uma tela LCD de um *tablet*. Em volta desta imagem, podemos observar as imagens ampliadas de cada uma das regiões indicadas. Podemos ver que um *pixel* é formado por 3 células distintas que deixam passar, respectivamente, vermelho, verde e azul, as chamadas cores primárias. Controlando a intensidade da luz de cada uma dessas células, o LCD forma um ponto com uma cor secundária específica. Como cada *pixel* tem por volta de 0,096 mm, não somos capazes de distingui-los a olho nu, o que nos dá a impressão de uma imagem contínua. Na imagem (7) podemos ver que o branco se forma quando os *pixels* deixam passar com a mesma intensidade o verde, o vermelho e o azul. Todas as outras cores são formadas por este mecanismo: basta ajustar a intensidade de cada uma das cores primárias.

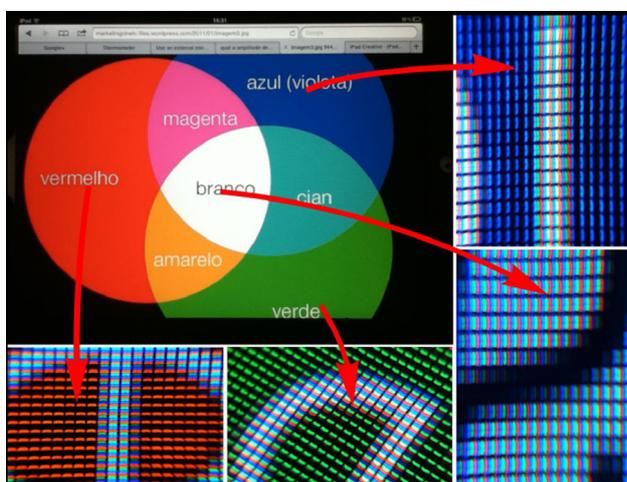


Figura 7 - Imagem que mostra como a combinação das cores fundamentais (vermelho, verde e azul) gera todas as cores que vemos em uma tela LCD (em cores na versão online.)

### 3.3. Medidas com macrofotografias

Trabalhamos também noções de ordens de grandeza a partir das macrofotografias. Medimos, por exemplo, a espessura de um fio de cabelo. A ideia foi a seguinte: prendemos o fio de cabelo sobre o nônio de um paquímetro, utilizando fita adesiva. Em seguida, tiramos uma fotografia ampliada desta montagem, conforme pode-se ver na Fig. 8.

Depois, com o auxílio de um programa de edição de imagens (nesse estudo utilizamos o software livre *Gimp* [5]), medimos o comprimento de referência dado pelo nônio (um milímetro) e o do fio de cabelo, contando os *pixels*. Com este procedimento, fomos capazes de estimar o diâmetro do fio de cabelo em 0,09 mm, relativamente próximo do que foi obtido por meio de difração na referência [6].

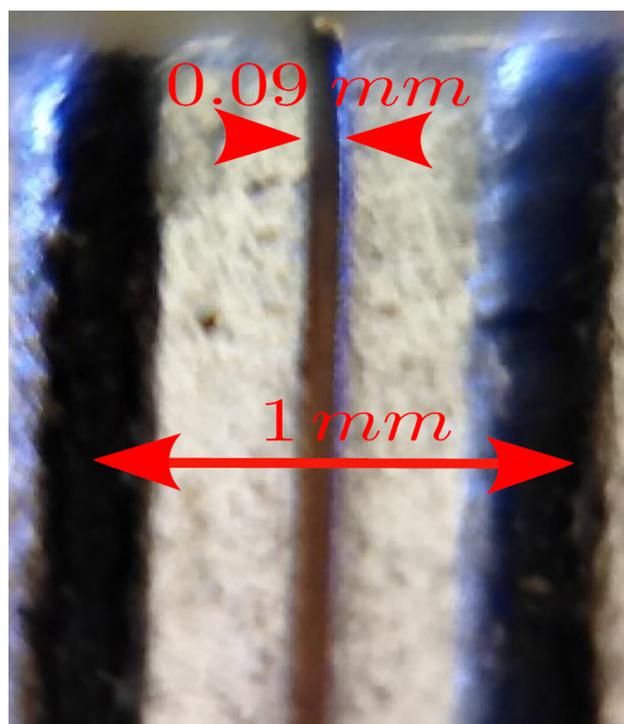


Figura 8 - Imagem de um fio cabelo preso a um paquímetro. Conforme discutido no texto estimamos a espessura deste em 0,09 mm.

Além disto, também estimamos com os estudantes o aumento obtido na fotografia da Fig. 8. Para fazer isto, imprimimos em papel a imagem em vários tamanhos distintos, até o limite de boa qualidade da impressão (fizemos isto para que pudéssemos determinar o aumento relativo - e posteriormente absoluto - das dimensões). Com uma régua medimos o tamanho efetivo do cabelo nas folhas. De posse destes dados, os alunos também foram capazes de estimar a ampliação da imagem impressa no papel.

## 4. Conclusões e perspectivas

Neste trabalho discutimos diversas aplicações de macrofotografias obtidas com a técnica da gota nos níveis fundamental e médio. Entretanto, não pretendemos ter feito aqui uma listagem exaustiva de todas as possíveis aplicações. O leitor pode realizar suas próprias experiências e propostas de atividades. Finalmente, cabe ressaltar a simplicidade e a riqueza de possibilidades oferecidas por esta técnica, que pode se tornar uma boa ferramenta didática em sala de aula.

Os autores são gratos à CAPES pelo apoio financeiro, e ao IFRJ-São Gonçalo e Centro Educacional de Niterói pela permissão para a realização das atividades que relatamos neste trabalho. Também somos especialmente gratos ao professor Leonardo Rocha (IFRJ) por fornecer diversas informações relativas aos espécimes coletados e participação nas atividades relacionadas à Biologia, ao professor Carlos E. Aguiar (IF-UFRJ) e ao

doutorando em física Marlon F. Ramos (PUC-RJ) pela leitura criteriosa e sugestões interessantes, e a todos os estudantes envolvidos nestas atividades.

## Referências

- [1] <http://www.smartertechnology.com/c/a/Business-Analytics/iPhone-Microscope-Diagnoses-Disease/>. Acesso em 17/5/2013.
- [2] <http://blogs.scientificamerican.com/compound-eye/2012/03/12/transform-your-iphone-into-a-microscope-just-add-water>. Acesso em 17/5/2013.
- [3] H.M. Nussenzveig, *Curso de Física Básica* (Ed. Edgard Bluchér, São Paulo, 2008), v. 2.
- [4] E. Hecht, *Optics* (Ed. Addison Wesley, Reading, 2001).
- [5] <http://en.wikipedia.org/wiki/GIMP>. Acesso em 17/5/2013.
- [6] E.M. Lopes e C.E. Laburú, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **21**, 258 (2004).