

## Montagem e Análise de um Experimento Multidisciplinar de Baixo Custo para Ensino de Tópicos de Ciências da Natureza e Informática

Guilherme Vieira Dias das Neves<sup>1</sup>, Mauro Vanderlei Amorim<sup>2</sup>, Márcio José Chaves<sup>3</sup>, Erick Alves Santos<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, Campus Capivari. e-mail: guilherme.neves@ifspcapivari.com.br

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, Campus Capivari. e-mail: maurinhoamorim@gmail.com

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, Campus Capivari. e-mail: marciojchaves@gmail.com

<sup>4</sup>Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, Campus Capivari o. e-mail: erick\_alves10@ifspcapivari.com.br

**Resumo:** Este trabalho apresenta o resultado parcial do desenvolvimento de um experimento multidisciplinar de baixo custo, através da projeção de uma gota de água iluminada por uma lanterna laser, que funciona como um microscópio. O microscópio de gota ou microscópio de Planinsic foi montado pelo aluno bolsista no âmbito de um Projeto de Ensino denominado Inserção de Física Moderna e Nanotecnologia no Instituto Federal de São Paulo, campus de Capivari. O experimento escolhido permite explorar vários tópicos do currículo de Ciências da Natureza, Matemática e Informática. No entanto, nessa etapa do projeto foi priorizada sua aplicação em óptica geométrica e no estudo do movimento browniano, que são tópicos da disciplina de Física, na qual foi realizada uma videoanálise e utilizado os recursos computacionais disponíveis nos *softwares* livres *Tracker* e *ImageJ*. O trabalho já foi apresentado na forma de sugestão de material instrucional para alunos do curso de Licenciatura em Química do campus de Capivari e no evento denominado *Science Day* organizado na cidade de Jundiá na forma de divulgação científica mostrando sua versatilidade e potencialidade de diferentes aplicações em espaços não formais de ensino. Serão apresentadas outras aplicações do experimento, como o calcula da constante de Avogadro buscando enfatizar seu caráter, mostrado a metodologia experimental utilizada com materiais alternativos e sequencialmente serão discutidas algumas aplicações relevantes.

**Palavras-chave:** física moderna. interdisciplinaridade. movimento browniano. óptica. constante de avogadro.

**Linha Temática:** Tecnologia Educacional

### 1 INTRODUÇÃO

As propostas de aulas práticas de laboratório no ensino médio remontam do século XIX e o principal objetivo é aproximar os alunos dos fenômenos físicos. A interação pode se dar através de uma demonstração ou no manuseio direto de um kit experimental. O planejamento e a execução da aula podem apresentar variações, desde um experimento seguindo um roteiro onde o aluno se detém em montar e obter medidas proporcionando pouca liberdade intelectual e reforçando uma atitude passiva que não favorece sua criatividade, inovação e transformação de seu conhecimento ou através de uma investigação onde o principal objetivo é a resolução de um problema experimental (CARVALHO, 2010). Ciente desse cenário foi desenvolvido um Projeto de Ensino de Inserção de Física Moderna e Nanotecnologia através de experimentos de baixo custo que entre outras funções pretende estimular uma atitude mais pró-ativa dos alunos e estreitar a relação da ciência produzida no campus de Capivari e a comunidade. A justificativa para a inserção de Física Moderna e Contemporânea no nível médio se torna clara nas orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) na qual se encontra indicativos para interpretação das novas tecnologias da comunicação e da informação na escola e novamente nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), onde ocorre uma ênfase no conhecimento de Física no que seja capaz de compreender o mundo em que vive, vindo de uma necessidade urgente de inovação curricular e metodológica no Ensino de Física que ainda encontra-se

centrado nos conhecimentos dos séculos XVIII ao XIX. Ao tentarmos contextualizar os conhecimentos, devemos obrigatoriamente abordar a tecnologia que encontramos no cotidiano (BROCKINGTON, 2017). A Física Moderna será mostrada no experimento através de uma introdução ao movimento browniano que representa uma das mais convincentes provas sobre a realidade das moléculas, e intrigou vários pesquisadores culminando com os trabalhos conclusivos de Einstein e Perrin (CARUSO; OGURI, 2006). Neste trabalho será apresentado um experimento motivador interdisciplinar e de baixo custo denominado microscópio de gota ou microscópio de Planinsic.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi montado um suporte de 0,3 m para garantir o apoio da lanterna Laser de 250 mW de potência e 532 nm de comprimento de onda de cor verde em uma caixa de madeira de 1,0 m de comprimento, 0,5 m de largura e 0,5 m de altura para uma projeção em sala de aula. No entanto a caixa pode ser aberta lateralmente para uma projeção na parede da sala de aula ou do laboratório permitindo uma visualização coletiva das projeções. Este experimento foi descrito inicialmente na literatura por Planinsic em 2001 (PLANINSIC, 2001). Inicialmente foi utilizada uma seringa, mas posteriormente a mesma foi substituída por uma bureta que permite avaliar o volume da amostra de água. Outros pesquisadores como Dorta et.al. (2016) e Perez et.al. (2017) também propuseram sua montagem e destacaram suas aplicações, no entanto nosso trabalho apresenta um diferencial nos processos de montagens, materiais utilizados e aplicações didáticas dos resultados permitindo uma visualização com maior nitidez e precisão nos parâmetros avaliados. A Figura 1 mostra o aparato experimental montado no laboratório de física do campus de Capivari.

Figura 1 - Aparato experimental montado para o microscópio de Planinsic

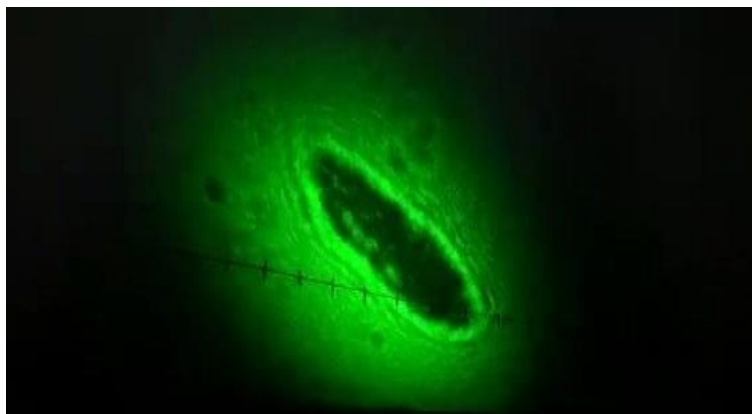


Fonte: Os próprios autores.

## 3 RESULTADOS

Foi coletada uma amostra de água através da bureta a partir da torneira do campus para observação de microrganismos projetados através do espalhamento da luz laser. É possível acompanhar o movimento e avaliar através da magnificação da imagem suas dimensões. A Figura 2 mostra a imagem onde os gêneros mais comuns são o *rotífero* e o *paramecium* conforme relatos da literatura (DORTA et al., 2016). Ela mostra uma intersecção entre física e biologia que pode ser explorada a partir do nível fundamental até o nível médio. Caso seja utilizado como apoio o *software Tracker*, poderá se medir a velocidade desses microrganismos e estudado sua motilidade sobre diferentes amostras de líquidos obtidos em fontes diferentes em água pura e leite fermentado.

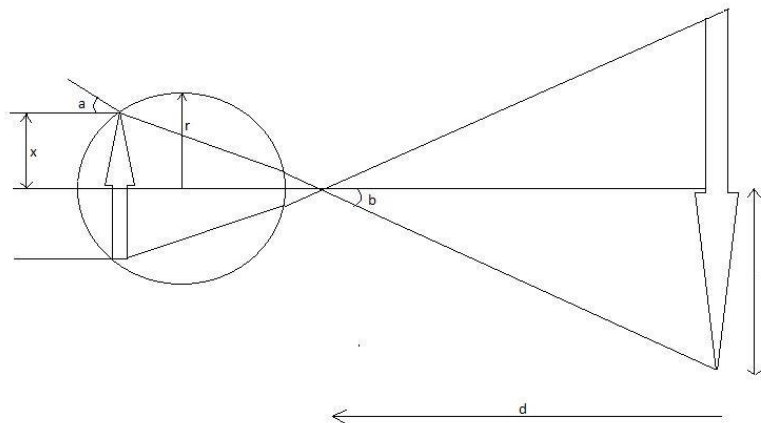
Figura 2 - Projeção de microrganismos obtidos sobre uma amostra de água da torneira.



Fonte: Os próprios autores.

Na Figura 3 podem-se explorar os conceitos de óptica geométrica onde a gota de água aqui representada como uma esfera projeta a imagem como uma lente convergente em um anteparo classificada como real, invertida e maior. Sua ampliação pode ser avaliada a partir da segunda lei da refração e um tratamento geométrico adequado da figura já extensamente explorado na literatura. Na figura, X corresponde à metade do tamanho do objeto e X' à metade do tamanho da imagem, d corresponde à distância do anteparo de projeção até a gota e o raio da gota.

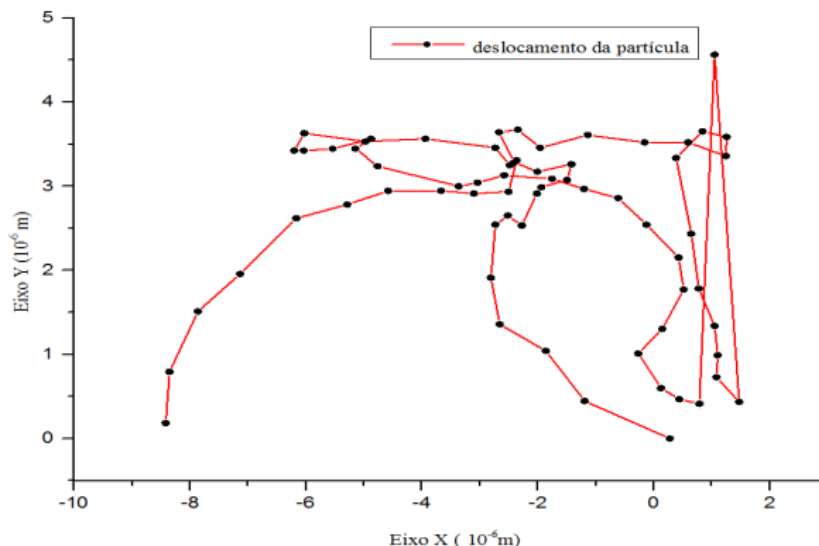
Figura 3 - Representação da projeção de uma partícula imersa numa gota d'água.



Fonte: Os próprios autores.

Será apresentado o resultado da videoanálise a partir da filmagem executada com um *smartphone* para o movimento de uma partícula de poeira colocada na temperatura ambiente de  $24,7^{\circ}\text{C}$  sobre uma gota de água. O *software Tracker* é de fácil aprendizagem o que facilita muito a aquisição de dados relevantes em experimentos de Física. O *Tracker* foi desenvolvido em parceria com um grupo denominado *Open Source Physics* (OPS) cujo objetivo é fornecer recursos didáticos que promovem o ensino de Física (BROWN, 2012). Para uma melhor videoanálise é necessário que a câmera esteja suficientemente fixa evitando-se assim erros sistemáticos que surgem em função da vibração. É necessário que se adote uma referência de comprimento para a calibração. Após a familiarização com a operação do *software Tracker* obteve-se os dados de coordenadas da partícula de poeira e construído o respectivo gráfico utilizando para isso o *software Origin18b*, mostrado na Figura a seguir.

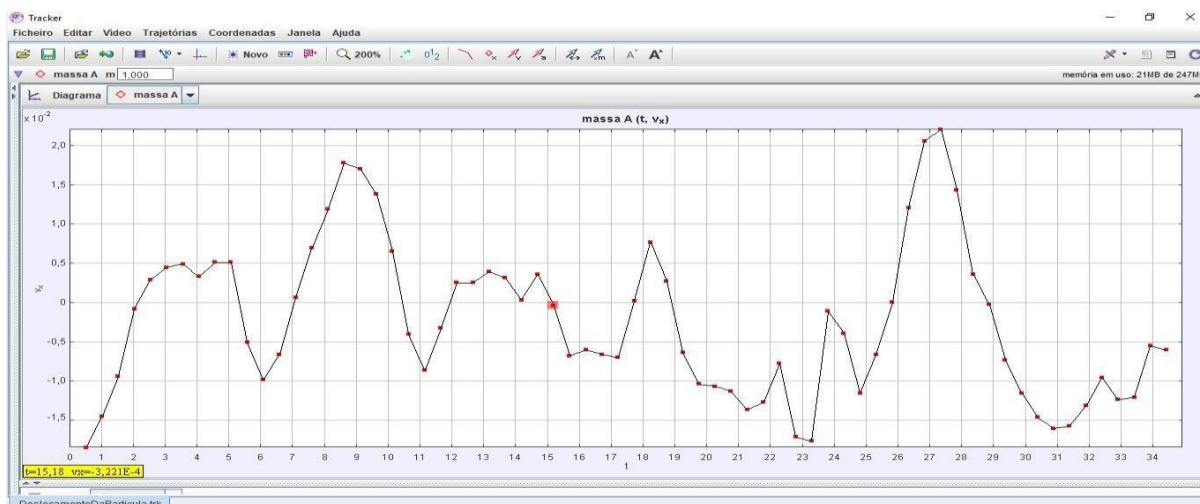
Figura 4 - Posições da partícula de poeira obtidas a partir do vídeo análise utilizando o *software tracker*.



Fonte: Os próprios autores.

É possível se obter também o comportamento das componentes de velocidade na direção do eixo X e na direção do eixo Y, conforme mostrado na Figura a seguir.

Figura 5 - Vídeoanálise da velocidade da partícula de poeira na direção do eixo X



Fonte: Os próprios autores.

Para se estimar o cálculo do raio da partícula foi utilizado o software *imageJ*, onde a partir de uma nova vídeoanálise as dimensões como área, comprimento e largura medias foram calculadas. Com os dados obtidos, foi possível estimar o raio da partícula.

Embora o objetivo fosse ilustrar mais uma aplicação do experimento aqui proposto é possível com relativa precisão calcular a constante de Avogadro tendo base da fórmula de Stokes-Einstein.

$$NA = \frac{RT}{6\pi\eta\langle x^2 \rangle a} t$$

O número de Avogadro foi obtido utilizando a equação acima e considerando  $-7 \times 10^{-6} < X < -1 \times 10^{-6}$  e  $2,8 \times 10^{-6} < Y < 3,8 \times 10^{-6}$  que é uma região apresentada na figura 3 com uma maior densidade de pontos. Nessa região foi possível encontrar um número de Avogadro da ordem de  $10^{22}$ . Embora esse resultado esteja diferindo de uma ordem de grandeza para o valor adotado hoje para o número de Avogadro ( $10^{23}$ ), nota-se que, o experimento aqui apresentado utilizando apenas materiais de baixo custo permite medidas bastante interessantes. A tabela a seguir apresenta os resultados obtidos com a fórmula de Avogadro no presente projeto.

Tabela 1 - Legendas e dados obtidos da fórmula do cálculo de Avogadro

Símbolos	Significado	Valor obtido
$N_A$	Número de Avogadro	$1,864 \times 10^{22}$
$T$	Temperatura do local	297,85 K
$R$	Constante dos gases	8,31 J/ (mol K)
$\eta$	Viscosidade efetiva do fluido	$1,003 \times 10^{-3}$ Pa. s
$a$	Raio da partícula	$3,6 \times 10^{-5}$ m
$\langle x^2 \rangle$	Deslocamento quadrático médio	$2,689 \times 10^{-11}$ m
$t$	Tempo de análise utilizada no <i>software Tracker</i> .	34,418 s

Fonte: Próprios autores.

#### 4 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi apresentado um experimento de baixo custo, denominado projetor de gotas que permite uma interdisciplinaridade entre física, biologia, matemática e informática e que proporciona uma visão integradora desses conhecimentos. As abordagens aqui apresentadas a partir do experimento não se esgotam e se mostram promissoras e viáveis de aplicação, desde o nível fundamental, através da simples observação de bactérias na água até o nível superior onde através de um estudo mais aprofundado do movimento browniano pode-se medir com relativa precisão a constante de Avogadro. Espera-se com esses resultados minimizar a ideia de fragmentação do currículo escolar e mostrar as inúmeras convergências entre as ciências e a tecnologia disponível. .

#### REFERÊNCIAS

BROCKINGTON, G. SIQUEIRA, M. PIETROCOLA, M. **A REALIDADE ESCONDIDA: A Inserção de Conceitos de Física Quântica e de Física Moderna no Ensino Médio**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017. 126 p.

BROWN, Douglas. **Tracker Free Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education**. Open Source Physics compadre. Disponível em: < <https://www.compadre.org/osp/items/detail.cfm?ID=7365> >. Acesso em: 3 de agosto de 2018.

CARVALHO, A.M.P. et al. **Ensino de física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CARUSO, F.; OGURI, V. **Física Moderna: origens clássicas e fundamentos quânticos**. Elsevier, 2006.

DORTA, M.P.; SOUSA, E.C.P.; MURAMATSU, M. O projetor de gotas e suas diversas abordagens interdisciplinares no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 38, n. 4, p.1-9, jul. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2016-0103>.

PEREZ, S. et al. O estudo do movimento browniano com material de baixo custo. **Revista Brasileiro de Ensino de Física**, v. 40, n. 1, 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2016-0297>.

PLANINSIC, G. **Water-drop projector**. The physics teacher, v. 39, n. 2, p. 76-79, 2001.