

# Ensinação do conceito de **força centrípeta** através de uma atividade prática utilizando material reciclado



Ana Beatriz Monteiro dos Santos, Gisele Bosso de Freitas# 

<sup>1</sup>Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Imperatriz, MA, Brasil.

## Palavras-chave

metodologias ativas  
ensino de física  
experimentos

## Resumo

Com o objetivo de levar atividades experimentais para o ensino básico e motivar a ensinagem de física nas escolas, uma vez que muitas não possuem laboratórios didáticos para mostrar aos alunos os conceitos da física fora de figuras e fórmulas dos livros didáticos, realizamos uma oficina utilizando materiais reciclados para a ensinagem do conceito de força centrípeta. Nesta oficina, que pode ser adaptada para uma aula em qualquer escola brasileira, os alunos trabalharam em grupos e cada um produziu seu experimento. Além disso, o conceito foi formalizado através de fichas, em que foram anotados os procedimentos experimentais e as grandezas que puderam ser coletadas por meio do experimento. Com a realização da atividade, foi possível perceber o interesse dos alunos pela física devido à grande interação proporcionada por ela.

## 1. Introdução

Quando se trata do processo de ensino-aprendizagem, a escolha de um método é importante para que os objetivos delineados sejam alcançados de modo a favorecer o desenvolvimento crítico e intelectual dos alunos.

Por isso, quando a intenção é proporcionar uma ensinagem mais dinâmica e atrativa, se comparada ao ensino tradicional, pode-se utilizar uma metodologia ativa como estratégia. Usamos aqui o termo “ensinagem” cunhado por Léa das Graças Camargo Anastasiou em

1994, o qual agrega as ações de ensinar e aprender em uma ação única, quebrando a ideia dicotômica do processo de ensino-aprendizagem [1], seja de maneira formal ou de maneira informal. Dada a interatividade existente no processo, que utiliza a ideia de “fazer aulas”, de forma a criar um ambiente em que são executadas estratégias para que os conteúdos façam parte da realidade social.

Em geral, vemos nas escolas um ensino predominantemente expositivo e que não encoraja o aluno a desenvolver o seu senso crítico e social. Para Moreira

**O termo “ensinagem” agrega as ações de ensinar e aprender em uma ação única, quebrando a ideia dicotômica do processo de ensino-aprendizagem**

#Autor de correspondência. E-mail: [giselebosso@uemasul.edu.br](mailto:giselebosso@uemasul.edu.br).

Este é um artigo de acesso livre sob licença Creative Commons



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

(2018), as aulas de física atualmente estão mais voltadas para as aprovações em testes do que para o real aprendizado do discente, em que os conteúdos são associados ao cotidiano. Com isso, as escolas não estão preparando cidadãos pensantes, mas cidadãos que apenas reproduzem “respostas de curto prazo” [2]. Logo, o ensino de física deve ser direcionado para o contexto da realidade do aluno, pois é uma forma de estimular o aprendizado e o interesse dele pela física [2].

Nesse contexto, temos um ambiente que propicia a utilização das metodologias ativas. A Ref. [3] defende que “Metodologias ativas são, portanto, aquelas em que, durante a ensinagem, os alunos participam ativamente do processo, ao invés de apenas escutar de modo passivo o professor”. Sendo assim, propusemos uma atividade que pudesse fazer os alunos associarem os conteúdos estudados de forma prática, com o objetivo de estimular a curiosidade e despertar o lado investigador deles, colocando o professor como auxiliar nessa autonomia do conhecimento, que mostra os caminhos mais eficazes para a aprendizagem. Nesse tipo de atividade, o professor consegue, inclusive, mostrar que a física vai além das fórmulas e dos cálculos, conduzindo, assim, a uma educação significativa, pois é possível entender o funcionamento dos objetos envolvidos na sociedade [4].

Muitos modelos pedagógicos fizeram parte do desenvolvimento educacional de ciência: alguns deles constam de uma revisão muito interessante que pode ser lida, por exemplo, na Ref. [4], e sobre metodologias ativas, na Ref. [3].

Diante de várias metodologias e modelos, cabe ao professor analisar e encontrar aquele(a) que, além de se adequar à realidade de sua escola, esteja de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e tenha como finalidade despertar o lado investigador e questionador dos alunos para que eles tenham autonomia nos seus processos de aprendizagem. Para a BNCC [5] da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, é essencial que o indivíduo seja investigador de seus conhecimentos e capaz de analisar e discutir situações-problemas. Por isso, essa área é dividida em unidades temáticas que permitem aos discentes investigar e analisar situações para o contexto social e individual. As unidades temáticas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias são: Matéria e Energia e Vida, Terra e Cosmos [5].

Ciências da Natureza e suas Tecnologias é uma área que está presente em nosso cotidiano e, muitas vezes, os conhecimentos adquiridos em sala de aula não são adequadamente associados com os problemas do dia a dia. Isso se deve, de maneira geral, ao fato de que o estudo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias está

bastante associado à resolução de equações ou à definição de conceitos que não estão diretamente relacionados com situações reais, por isso é necessário que sejam criados ambientes/situações de ensinagem que possibilitem a ampliação do desejo do aluno de buscar o próprio saber.

Diante desse contexto, a física se torna objeto de preocupação e investigação a partir do desenvolvimento científico e tecnológico, por isso utilizam-se o ensino centrado no aluno e a ensinagem ativa aliada a materiais didáticos desenvolvidos com materiais reciclados para novas possibilidades de aulas experi-

mentais na ensinagem dos conteúdos de física, mais especificamente conceitos de movimento circular.

De acordo com a BNCC [5, p. 549], os estudos de Matéria e Energia no Ensino Médio “permitem a aplicação de modelos com maior nível de abstração e que buscam explicar, analisar e prever os efeitos das interações e das relações entre matéria e energia.”, enquanto na temática Vida,

Terra e Cosmos, “propõe-se que os estudantes analisem a complexidade dos processos relativos origem e evolução da Vida”.

Dentre os conteúdos de mecânica, o estudo do movimento circular tende a ser um dos que os alunos têm mais dificuldade, pois, além de os cálculos serem mais complexos em relação a outros conteúdos da física, realizar a parte experimental pode ser desafiadora para o professor, tendo em vista que os livros didáticos têm montagem de experimentos complicados [6]. Entretanto, é possível elaborar experimentos de baixo custo que ajudam na compreensão do estudo do movimento circular e, com esses dispositivos, pode-se elaborar alguns questionamentos sobre a quantidade de voltas, a velocidade linear e angular do sistema e o sentido do movimento, além de conseguir uma associação mais direta com situações cotidianas.

## 2. Preparação e contextualização da oficina

O ponto de partida foi uma pesquisa sobre experimentos acessíveis de baixo custo e, entre as possibilidades associadas aos conceitos de movimento circular, escolhemos o que consiste em uma garrafa e um corpo de prova (massa) [7], que denominamos de garrafacóptero. A partir disso, o primeiro passo foi procurar os materiais que pudessem ser facilmente encontrados para adaptar a ideia e executar o experimento. Após alguns testes, a melhor adaptação foi a que utiliza uma garrafa PET de 500 mL, um pedaço de barbante, um pedaço de rolo de papelão, um saquinho de pano preenchido com areia e um prego para perfurar a tampa da garrafa. Como forma de otimizar o tempo da oficina, disponibilizamos aos alunos as tampas das garrafas

**Ciências da Natureza e suas Tecnologias é uma área que está presente em nosso cotidiano e, muitas vezes, os conhecimentos adquiridos em sala de aula não são adequadamente associados com os problemas do dia a dia**

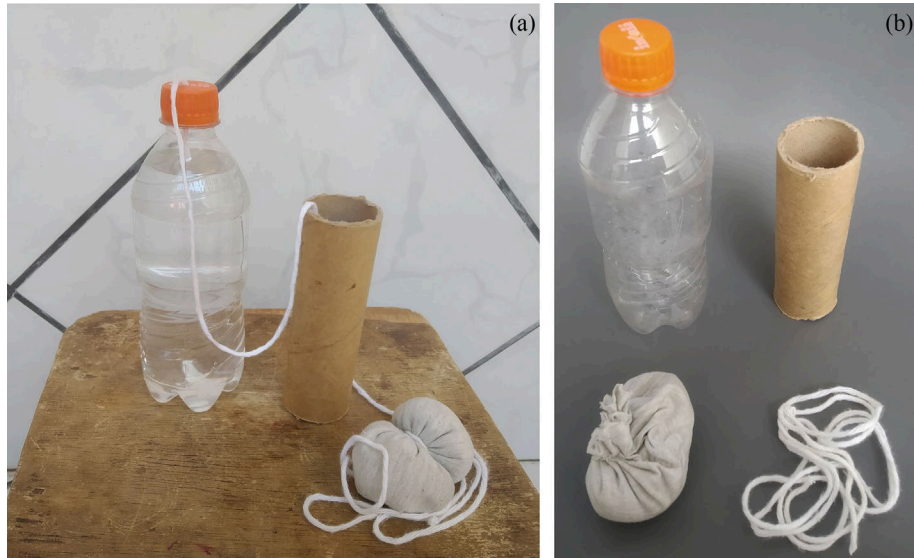


Figura 1 - Garrafacóptero construída para a oficina.

PET já furadas. Os materiais utilizados podem ser vistos na Fig. 1a.

O processo de montagem do experimento é bem simples: com um prego, é feito um pequeno furo na tampa da garrafa, por onde é inserida uma das extremidades do barbante e é feito um nó bem firme. Na outra extremidade do barbante, é amarrado um saquinho de areia de modo que ele fique bem preso. Depois da montagem, enchemos a garrafa com água. Na Fig. 1b é possível ver uma garrafacóptero montada.

Em seguida, preparamos a fundamentação teórica para relacionar o experimento aos conteúdos de movimento circular. Mais precisamente, foi escrito um breve texto sobre força centrípeta. Para isso, foi desenvolvido um material composto de roteiros (fichas) com os conceitos e as atividades a serem realizadas na oficina [8].

Para entender os conceitos físicos envolvidos no movimento circular, é interessante fazer uma compa-

ração entre ele e o movimento retilíneo: assim como a velocidade linear é entendida como a rapidez com que um determinado objeto percorre uma dada trajetória retilínea, ou seja, é o espaço percorrido ( $\Delta s$ ) em um determinado intervalo de tempo ( $\Delta t$ ):

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t},$$

a velocidade angular é interpretada como a rapidez com que o objeto percorre um determinado ângulo relacionado ao centro de uma trajetória circular, ou seja, o quanto o objeto girou ( $\Delta\theta$ ) em um determinado instante de tempo [9]:

$$v = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}.$$

A relação existente entre a velocidade linear e a velocidade angular é dada por

$$v = \omega R,$$

onde  $R$  é o raio da trajetória descrita pelo objeto. A Fig. 2 esquematiza a orientação das grandezas descritas pelas Eqs. (2) e (3).

Na ficha contendo a teoria (Fig. 3a), havia um breve texto explicando que, quando temos um movimento circular e uniforme, o módulo do vetor velocidade permanece constante, mas a direção e o sentido variam, o que resulta em uma aceleração. Fazendo um paralelo com a segunda lei de Newton ( $F_R = m \cdot a$ ), a força que atua no corpo proporciona uma aceleração, que, por sua vez, é denominada centrípeta. Ela aponta para o centro da curva e possui intensidade dada por

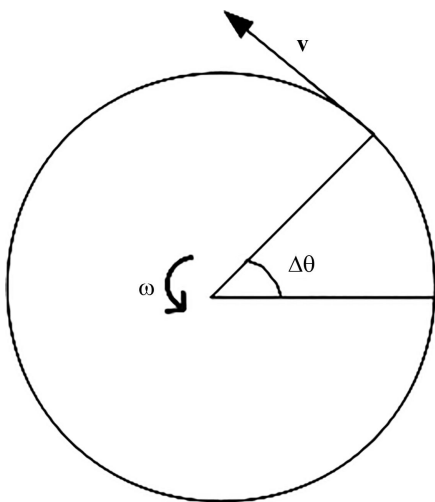


Figura 2 - Orientação das velocidades linear ( $v$ ) e angular ( $\omega$ ).

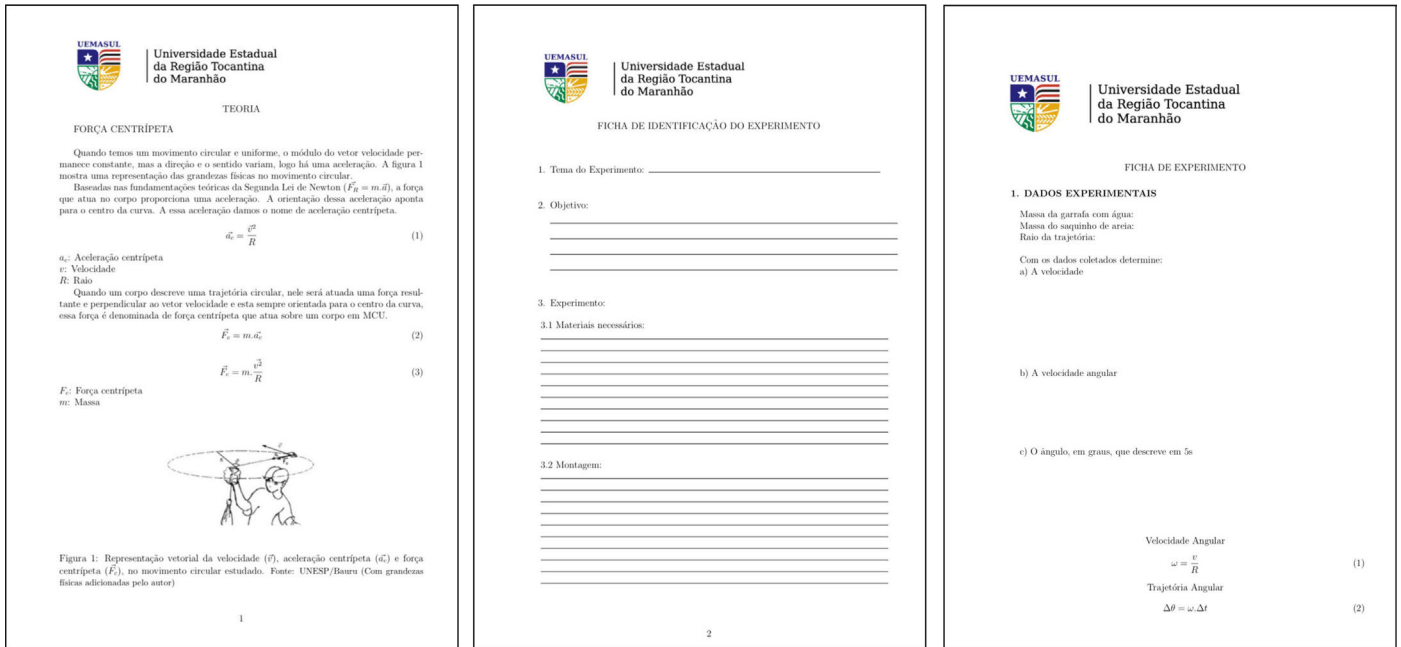


Figura 3 - Fichas utilizadas na oficina.

$$a_c = \frac{v^2}{R},$$

onde  $v$  é a velocidade linear do corpo e  $R$  é o raio da circunferência. A força resultante dessa aceleração chamada de força centrípeta ( $F_c$ ) possui a mesma orientação que a aceleração centrípeta e pode ser escrita como

$$F_c = m \frac{v^2}{R},$$

onde  $m$  é a massa do corpo em movimento.

Na ficha relacionada à montagem da garrafacóptero (identificação do experimento) (Fig. 3b), os alunos deveriam descrever os objetivos, os materiais que foram utilizados e o processo de montagem do experimento.

Na ficha para a coleta de dados (Fig. 3c), relacionada à execução do experimento, solicitamos que os alunos anotassem as seguintes informações: a massa da garrafa com água e a do saquinho de areia, além do raio da trajetória da massa. Em seguida, eles precisavam calcular determinadas grandezas, como a velocidade angular.

As fichas produzidas têm como finalidade direcionar a execução da atividade na oficina, melhorando sua realização e o alcance dos objetivos desejados. Dessa forma, a ficha de teoria contém uma breve explicação sobre o movimento circular uniforme, com os conceitos e as fórmulas associados às grandezas físicas, importante para a formalização dos conceitos após a realização do experimento.

Entre as oficinas realizadas, aqui está relatada a que foi apresentada em uma escola pública estadual na cidade de Imperatriz, no Maranhão, no segundo semestre de 2019, em que o objetivo foi despertar o lado investigativo dos alunos. Portanto, foram utilizados dois tipos de ficha: uma para a coleta de dados e outra para registrar a realização do experimento, incentivando o estudante a vivenciar o processo e a prática de investigação. As fichas foram elaboradas de modo que os alunos pudessem ter a experiência de relatar uma prática em laboratório e, assim, conhecer uma das formas de realizar pesquisa científica em física, além de associarem os conceitos estudados a algo palpável.

Para as oficinas, tivemos de fazer a coleta e a confecção dos materiais, todos eles reaproveitados de objetos que seriam descartados. As garrafas PET foram obtidas de um ponto de reciclagem; os rolos de papelão são pedaços de rolos de papel alumínio; o barbante utilizado era uma sobra de linha que tínhamos em casa; e os saquinhos foram feitos com retalhos de pano e areia do quintal.

### 3. Desenvolvimento da oficina

A oficina realizada na escola pública estadual na cidade de Imperatriz – MA fez parte da programação da Mostra Científica e Cultural que a escola promove anualmente para os alunos do Ensino Médio dos turnos matutino e vespertino. Foi adotado o mesmo procedimento para ambos os turnos.

De início, organizamos a sala e separamos os kits para os grupos de alunos, deixando todos os materiais dispostos como na Fig. 4. No turno matutino, os alunos se mostraram bastante animados quando apresenta-



Figura 4 - Materiais usados na Oficina.

mos e explicamos a proposta da oficina. Logo depois, separamos a turma em trios para a realização da atividade. Antes da montagem da garrafacóptero, fizemos uma breve discussão sobre os conceitos de força centrípeta, aceleração centrípeta, velocidade e massa, uma vez que a maioria dos estudantes ainda não havia tido contato com esses conceitos. Falamos a respeito de transformação de grandezas métricas e como transformar as unidades de radianos em graus, ideias necessárias para a realização da atividade.

Em seguida, começamos a distribuir os materiais a cada trio: um rolo de papelão, uma garrafa PET e um saquinho de areia (Fig. 1a). Para a medida do cordão do barbante, pedimos a um integrante de cada trio que fosse a referência, pois o tamanho do barbante depende da altura da pessoa que irá executar o experimento a fim de que ela não fique curvada ou o barbante fique frouxo e se enrosque. Depois, explicamos as fichas e as distribuimos a cada trio para anotar os dados experimentais e identificar o experimento.

Iniciamos o processo de montagem com os alunos, explicando-lhes que a tampa da garrafa tinha de ser furada com o auxílio de um prego, porém já tínhamos furado todas as tampas para facilitar o processo de montagem. Também explicamos como foi a fabricação do saquinho de areia. Orientamos que eles amarrassem o saquinho de areia em uma das extremidades do barbante e, na outra extremidade, que passassem o fio de barbante pelo rolo de papelão e depois pelo furo da tampinha, prendendo-o bem firme para não soltar com facilidade, de modo que o rolo de papelão ficasse entre o saquinho de areia e a tampinha da garrafa. Para finalizar, um dos integrantes de cada trio ficou responsável por encher a garrafa com água. Para que os alunos tes-



Figura 5 - Aluna testando o garrafacóptero.

tassem utilizar a garrafacóptero, levamos a turma para o pátio da escola (Fig. 5).

Com o experimento montado (Fig. 1b), pedimos a eles que preenchessem, primeiro, a ficha de identificação de experimento e explicamos como cada item deveria ser preenchido. Depois, os grupos deveriam coletar os dados solicitados. Utilizando uma balança analógica, os alunos obtiveram a massa do saquinho de areia e da garrafa com água, além de medir o raio de trajetória quando a garrafa estivesse suspensa. Com todos os dados coletados, eles calcularam algumas grandezas físicas associadas ao movimento.

Após o preenchimento das fichas, discutimos a atividade que foi realizada, comentando o método científico, a atividade experimental e o trabalho de quem realiza pesquisas científicas.

Finalmente, as fichas foram coletadas para uma análise posterior.

#### 4. Análise das fichas

Como comentado anteriormente, durante a realização da oficina, os alunos preencheram duas fichas: uma de identificação do experimento e outra para coletar os dados experimentais com o objetivo de organizar e formalizar a atividade que estávamos desenvolvendo.

Ao preencherem a ficha de identificação do experimento, que contava com os itens: objetivos, materiais necessários e montagem, explicados e discutidos pela

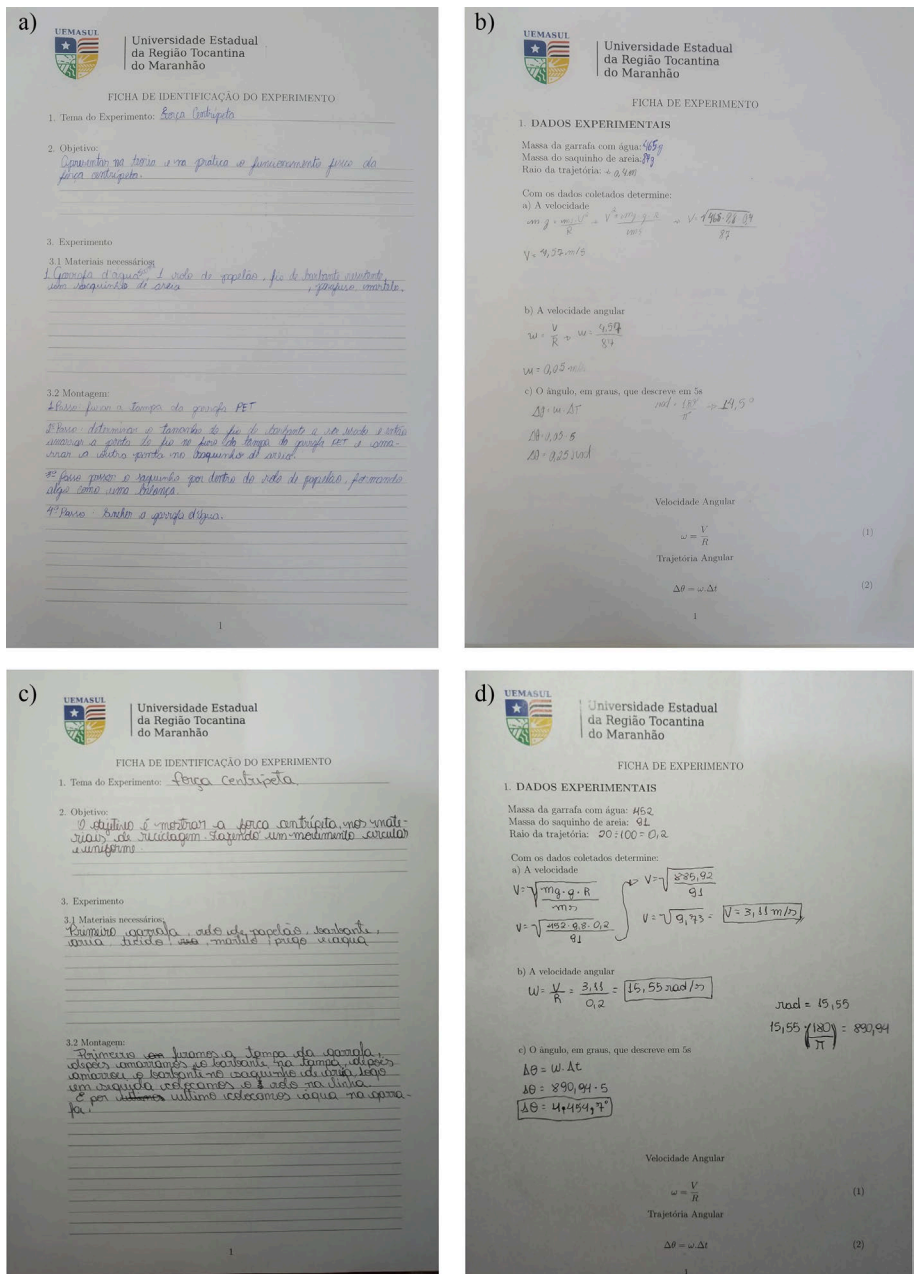


Figura 6 - Fichas preenchidas pelos alunos.

professora no momento da construção da garrafacóptero, os alunos foram incentivados a discutir e a defender ideias sobre a melhor maneira de fazer o registro escrito da atividade realizada.

A ficha de coleta dos dados experimentais explicitava as grandezas a serem coletadas. A massa da garrafa com água e a do saquinho de areia foi medida pelos grupos com o auxílio de uma balança analógica. O raio da trajetória foi obtido após os alunos executarem o movimento para levantar a garrafa do chão, pois o barbante produz o raio e, com ajuda de uma régua, é possível medir o valor. Após determinarem essas grandezas, os estudantes utilizaram as equações dadas nas fichas para determinar as outras grandezas, que não

eram possíveis de serem medidas diretamente: a velocidade linear, a velocidade angular e o ângulo. Fotos de algumas fichas que foram preenchidas pelos grupos de alunos podem ser vistas na Fig. 6. As Figs. 6a e 6b correspondem ao primeiro grupo e as Figs. 6c e 6d estão relacionadas ao terceiro grupo.

Como o preenchimento das fichas se mostrou uma atividade nova para os alunos, houve algumas dificuldades em realizá-la, principalmente no modo de anotar os dados coletados, causadas principalmente pelo contato indireto com atividades experimentais. Na ficha de identificação do experimento, em que o objetivo era escrever o processo de montagem, não houve dúvidas ou dificuldades.

Analisando as anotações nas fichas, pudemos notar que a maioria dos grupos compreenderam o procedimento experimental e conseguiram formalizar a abstração do experimento para a linguagem matemática. Entre os grupos que não conseguiram formalizar tal abstrato, percebemos que a dificuldade já estava na forma de anotar os dados.

## 5. Considerações finais

Como instrumento didático, a garrafacóptero pode ser utilizada aliada a outras estratégias de ensino, como a gameficação ou a aprendizagem baseada em projetos, de forma a abordar conceitos associados ao movimento circular, pouco discutidos na educação básica.

Os conceitos físicos associados ao movimento circular envolvem as grandezas que influenciam na trajetória de um corpo que descreve uma circunferência de raio fixo. Tais grandezas são: a massa, as velocidades linear e angular, a aceleração e a força. Uma maneira interessante de entender como elas atuam em um movimento de rotação é por meio de uma comparação entre elas e um movimento retilíneo. Uma contextualização com o cotidiano pode motivar o processo de aprendizagem do movimento circular, que pode ser identificado, por exemplo, nas pás de um ventilador, nas hélices de um helicóptero e até mesmo na trajetória dos satélites que orbitam a Terra. Na oficina, enfatizamos o movimento das hélices de um helicóptero, cuja comparação contribuiu para denominarmos o experimento de garrafacóptero.

Durante o desenvolvimento da oficina, os alunos se mostraram interessados, interagindo satisfatoriamente com a professora e os demais colegas tanto na montagem e execução do experimento quanto no registro e na discussão dos dados.

Além disso, tivemos a preocupação de utilizar materiais de baixíssimo custo para a construção do equi-

pamento, de forma que ele possa ser reproduzido em qualquer escola do país independentemente dos recursos disponíveis, assim como incentivar a ensinagem sob a perspectiva de metodologias ativas.

Recebido em: 19 de Agosto de 2022

Aceito em: 16 de Novembro de 2022

### Referências

- [1] L.G.C. Anastasiou, L.P. Alves, *In: Ensinar, Aprender, Aprender e Processos de Ensino* (Univille, Joinville, 2015), cap. 1.
- [2] M.A. Moreira, *Estudos Avançados* **32**, 94 (2018).
- [3] N. Studart, *Revista do Professor de Física* **3**, 3 (2019).
- [4] C.W. da Rosa, A.B. da Rosa, *Revista Iberoamericana de Educación* **2**, 58 (2012).
- [5] Brasil, *Ministério da Educação: Base Nacional Comum Curricular* (MEC/Semtec, Brasília, 2018).
- [6] A.P. Sebastiany, I.F. Diehl, J.B.S. Harres, M.C. Pizzato, *A Física na Escola* **10**(2), 16 (2009).
- [7] J. Peruzzo, *A Física Através de Experimentos* (Edição do Autor, Santa Catarina, 2013).
- [8] C. Scarpellini, V.B. Andreatta, *Manual Compacto de Física Ensino Médio* (Editora Rideel, São Paulo, 2012).
- [9] P. Hewitt, *Física Conceitual* (Bookman Editora, Porto Alegre, 2015).