

## **FORÇA DE ATRITO E DA LEI DE HOOKE – uma proposta para divulgação científica no sistema de ensino de Ciências em Angola**

Gil Chiloia Joaquim José<sup>1</sup>

Kayo da Silva Jacobino<sup>2</sup>

Jocimario Alves Pereira<sup>3</sup>

Henrique Victor Campos de Moura<sup>4</sup>

Bruno Silva Leite<sup>5</sup>

### **INTRODUÇÃO**

Os programas (base de conteúdos obrigatórios), os manuais escolares e em muitos casos, a classe dos professores, estão voltados a dar quase toda a atenção, no tratamento do conteúdo, que consiste em leis, teorias, hipóteses, equações matemáticas e resolução de exercícios. A apresentação da Física, nesta perspectiva, é pouco atrativa para os alunos, que a consideram uma disciplina muito difícil de ser assimilada, passando essa percepção para a sociedade de maneira geral. No entanto, é muito importante que, dentro da literacia científica, conhecimentos sobre a Física, devem ser integrados aos de outras ciências no sentido de se contribuir para a elevação da cultura científica.

O presente trabalho, surge como uma pequena contribuição, no âmbito da divulgação científica, visando divulgar conhecimentos básicos sobre a força de atrito e a lei de Hooke, em centros de divulgação científica (museus e outros), através de um módulo, que consiste em uma embraiagem, cujos componentes principais, podem ser impressos em três dimensões (3D).

Uma embreagem fornece uma conexão que se pode interromper entre dois veios que rodam. Embreagens também permitem que uma carga de alta inércia seja movimentada com um motor menor que o que seria necessário se esta fosse diretamente conectada. Uma embreagem pode ser utilizada como um dispositivo de desconexão em casos de emergência, pois separa o eixo do motor em casos de emperramento de uma máquina (Vieira, 2021).

---

<sup>1</sup> Doutorando do Programa de Pós-graduação de Ensino de Ciências e Matemática-PPGEC da Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE, [gilchiloia.jj@gmail.com](mailto:gilchiloia.jj@gmail.com);

<sup>2</sup> Mestrando do Curso de Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - Profiqui na Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, [kaio.prof.qui@gmail.com](mailto:kaio.prof.qui@gmail.com);

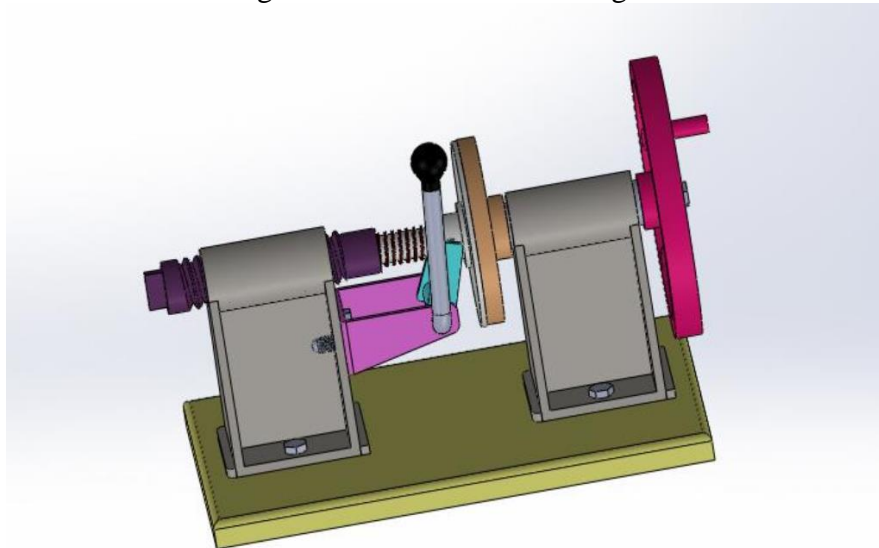
<sup>3</sup> Doutorando do Programa de Pós-graduação de Ensino de Ciências e Matemática-PPGEC da Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE, [jocimario.alves@ufrpe.br](mailto:jocimario.alves@ufrpe.br);

<sup>4</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação Curso de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, [henrique.victor@ufrpe.br](mailto:henrique.victor@ufrpe.br);

<sup>5</sup> Professor Doutor do Departamento de Educação da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, [brunoleite@ufrpe.br](mailto:brunoleite@ufrpe.br).

O módulo de embreagem (Figura 1), foi projetado no âmbito da dissertação de Mestrado em Engenharia Eletromecânica e é uma réplica com ligeira modificação da peça que se encontra no Laboratório de Mecânica Aplicada e Sistemas Mecânicos, da Faculdade de Engenharia da Universidade da Beira Interior - UBI, projetada para demonstrar como funciona a transmissão de movimentos por atrito.

Figura 1 – Sistema de embreagem



Fonte: própria (2023)

O mecanismo funciona, transmitido o movimento da manivela montada na roda maior para o segundo eixo, através do atrito entre duas rodas, sendo uma montada no eixo em que o movimento é comunicado inicialmente e a outra, é unida a esta última pela força de uma mola. Se a força que a mola exerce for suficientemente forte, o movimento é transmitido de uma roda a outra. Há também, uma alavanca, cujo objetivo é interromper o contato entre as rodas, para cortar a transmissão do movimento, simulando o funcionamento de uma embraiagem. Além disso, sobre o eixo em que é transmitido o movimento, foi colocada uma pequena roldada (unida à roda de atrito) que gira solidária a este, enrolando um fio de pesca, ao qual se suspende um pequeno chumbo de pesca, para servir de carga.

Este mecanismo, foi concebido para ser usado em aulas de Mecânica, entretanto, é apresentado no âmbito do presente trabalho com o objetivo de mostrar uma das várias aplicações que tem a força de atrito e para se poder relacionar a intensidade da força de atrito com a intensidade da força exercida pela mola, a partir dos seus efeitos em relação a transmissão ou não do movimento.

## METODOLOGIA

Esta pesquisa trata-se de um estudo de abordagem qualitativa, de natureza básica e de objetivo explicativa, por meio do relato de experiência, esta senda metodológica permitiu produção de um dado baseado na qualidade, sustentado-se em conhecimento pré-existente, explicando um caso partícula, para um grupo específico (Gil, 2017). Com isso buscando alcançar o objetivo de mostrar uma das várias aplicações que tem a força de atrito e para se poder relacionar a intensidade da força de atrito com a intensidade da força exercida pela mola, a partir dos seus efeitos em relação a transmissão ou não do movimento.

Para tanto a pesquisa, seguiu (I) com a verificação das condições de aplicação - por cálculo matemático da segunda lei de Newton, (II) propor divulgação do módulo e (III) procedimento explicativo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO

O momento máximo que pode ser transmitido, considerando a força máxima que pode exercer a mola ( $3,504\text{ N}$ ) e os dados associados as rodas de atrito: coeficiente de atrito,  $\mu = 0,2$ ; raio externo,  $r_o = 50\text{ mm}$ ; raio interno,  $r_i = 25\text{ mm}$ , é:

$$M = 3,504 \times 0,2 \times 2/3 \times (0,05^3 - 0,025^3 / 0,05^2 - 0,025^2) \Rightarrow M = 0,02726\text{ Nm}$$

O peso máximo que pode ser levantado com a embraiagem engatada sem ocorrer deslizamento, é calculado pela seguinte expressão:

$$M_t = Fl \quad (4.8.2)$$

Sendo o raio da roldana igual a  $45\text{ mm}$ , teremos:

$$0,02726 = F \times 0,0225$$

$$F = 1,212\text{ N}$$

Pode concluir-se que, a mola pode exercer força suficiente para o funcionamento normal da embraiagem, desde que, a massa do corpo suspenso seja inferior a  $121,2\text{ g}$ .

### PROPOSIÇÃO DE DIVULGAÇÃO

A proposta, consiste em constituir um sistema de embreagem (Figura 1) apresentado acima, em módulo para ser exposto em um espaço de divulgação científica, tendo como público-alvo, a população jovem que frequenta o ensino secundário, uma vez que, trata-se da aplicação do atrito e da força elástica, sendo a sua compreensão mais fácil, para quem tem noção sobre os assuntos.

O módulo permite:

- Interatividade: o público pode interagir com a peça, rodando a manivela, ajustado o embolo que pressiona a mola de maneira a possibilitar a transmissão ou não do movimento ou interromper a transmissão, acionando a alavanca;
- Informar-se sobre o atrito e a força elástica: uma pequena descrição sobre estes conceitos e leis que os regem, é apresentada num pequeno quadro informativo;
- Fazer cálculos simples.

## PROCEDIMENTO EXPLICATIVO

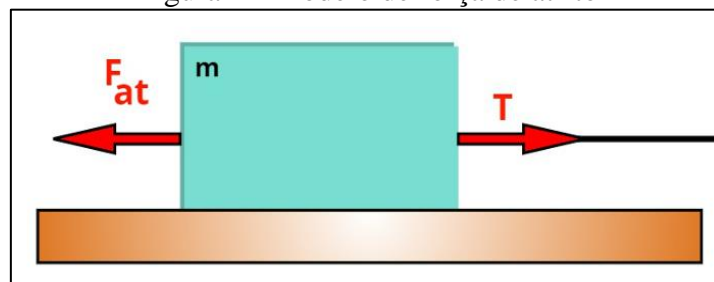
Robert Hooke (1635–1703), foi um cientista inglês, nascido em Freshwater. Estudou em Oxford University, em 1653, onde começou como assistente de laboratório de Robert Boyle, em 1655 (Sellars, 2021). Um de seus trabalhos de maior destaque, consistiu na descoberta da lei da elasticidade que é conhecida pelo seu nome.

De acordo com a lei de Hooke, quando se aplica uma força sobre uma mola, ela se deforma, dando origem a uma força elástica proporcional à deformação que tem a mesma direção da força externa, mas sentido oposto. A sua expressão matemática é:

$$F = -kX$$

Onde  $k$  é a constante de elasticidade da mola,  $F$ , a força elástica e  $X$  a deformação da mola. O sinal negativo indica que a força e a deformação têm sentidos opostos. A força de atrito é a força que aparece na superfície de contacto entre dois corpos em movimento relativo ou na iminência de um se mover sobre o outro e que se dirige em sentido contrário ao movimento. O atrito tem origem nas ligações mecânicas entre as asperezas (ainda que microscópicas) das superfícies e nas ligações químicas entre os átomos das mesmas (Figura 2), de tal maneira que, para pôr em movimento uma superfície sobre a outra é necessário aplicar uma força com intensidade suficiente para romper tais ligações. (Halliday; Resnick; Walker, 2021)

Figura 2 – modelo de força de atrito



Fonte: Brasil Escola (2024)

O atrito, diz-se estático, quando atua no sentido de impedir que o corpo comece a mover-se. O valor máximo do atrito estático é dado por:

$$f = \mu_e F_N$$

Onde  $\mu_e$ , é o coeficiente de atrito estático e  $F_N$ , o valor da força normal que a superfície exerce sobre o corpo. Se sobre o corpo atuar uma força paralela à superfície cuja intensidade excede ao valor do atrito estático máximo, então o corpo começa a deslizar sobre a superfície. O valor da força de atrito diminui rapidamente para o valor da força de atrito dinâmico, que se pode calcular pela seguinte expressão:

$$f = \mu_d F_N$$

Onde  $\mu_d$ , é o coeficiente de atrito dinâmico ou deslizamento (Halliday; Resnick; Walker, 2021), os coeficientes  $\mu_d$  e  $\mu_e$  são adimensionais e devem ser determinados experimentalmente. Seus valores dependem das propriedades das superfícies em contacto. Experiências demonstram que o valor de  $\mu_d$  é sempre menor que o valor de  $\mu_e$ .

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos a partir da verificação das condições de aplicação, utilizando cálculos matemáticos baseados na segunda lei de Newton, forneceram uma compreensão clara e prática da relação entre a força de atrito e a força da mola. A proposta de divulgação do módulo e o procedimento explicativo contribuíram para uma melhor compreensão e disseminação do conhecimento científico abordado.

A solução proposta, é uma entre várias possíveis, no sentido de se alcançar os objetivos que se pretendem, tendo a vantagem de ser simples e acessível, podendo ser implementada a baixo custo, mesmos em contextos onde a divulgação científica é pouco desenvolvida, como é o caso de Angola. Dessa forma, a pesquisa destacou a importância da força de atrito em contextos específicos, oferecendo uma aplicação prática e educativa que pode ser utilizada em ambientes de ensino e aprendizagem.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências em Angola, Divulgação Científica, Lei de Hooke.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio do Grupo de Pesquisa do Laboratório para Educação Ubíqua e Tecnológica no Ensino de Química (LEUTEQ), do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (Profqui), do Programa de Pós-Graduação em Ensino de

Ciências (PPGEC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Além disso, agradecemos à Prefeitura Municipal de Conceição – PB. Este trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, e da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE).

## REFERÊNCIAS

BRASIL ESCOLA (Brasil). **Tração**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/tracao.htm>. Acesso em: 04 ago. 2024.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. – São Paulo: Atlas, 2017.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**, volume 1: mecânica I. 9. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

SELLARS, N. Micrografia de Robert Hooke: um guia histórico para navegar em imagens contemporâneas. In: ROGERS, Hannah; HALPERN, Megan; HANNAH, Dehlia; RIDDER-VIGNONE, Kathryn de (org.). **Manual Routledge de Estudos de Arte, Ciência e Tecnologia**. Londres: Routledge, 2021. p. 722.

Vieira, A. F. da C. **Sistemas e Órgãos Mecânicos**. Universidade da Beira Interior: Notas de Aula, 2021.