

## **Título do Experimento: “PLANO INCLINADO”**

**Organizadores do experimento no site:** Ádla Medeiros Rosa e Raynara Souza do Nascimento

**Autores do experimento:** Alunos do Ifes Campus Cariacica

**Autores do roteiro:** Ádla Medeiros Rosa e Raynara Souza do Nascimento

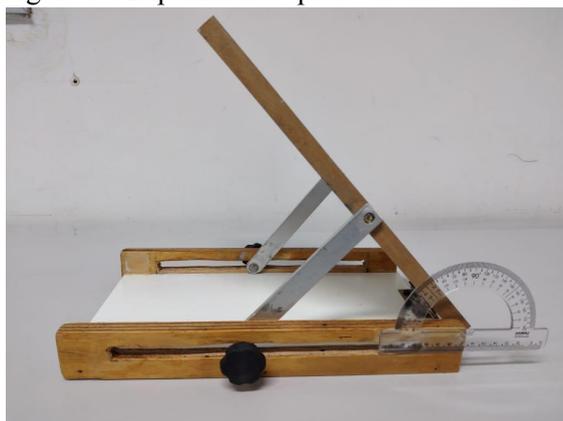
**Observação:** O roteiro foi adaptado do Trabalho de Conclusão de Curso de Calaça (2018), cujo trabalho encontra-se nas referências.

### **1. Introdução**

Ao estudar a história da humanidade, é possível perceber que muitas ferramentas foram criadas para que a vida se tornasse um pouco mais fácil. Na época de Arquimedes (287 a 212 a. C), por exemplo, o ser humano dependia basicamente de sua força física para realizar seus trabalhos ou afazeres diários que hoje podem ser facilmente feitos por máquinas.

O plano inclinado é um exemplo dessas ferramentas feitas para facilitar o trabalho e foi nomeado por Arquimedes, juntamente à outras invenções, de “máquina simples”. As máquinas simples foram criadas com o principal objetivo de diminuir o esforço físico ao realizar uma tarefa árdua e são utilizadas até hoje no nosso cotidiano como, por exemplo, as rampas de acesso.

Figura 1 - Experimento “plano inclinado”



Fonte: Os autores, 2022.

O experimento da Figura 1 consiste em uma superfície plana de madeira que pode ser inclinada em ângulos de até aproximadamente 90° devido a um regulador. A superfície consiste de dois lados, um dos lados com um pedaço de lixa de parede e o outro apenas com a madeira

envernizada. Com esse experimento é possível, por exemplo, calcular o coeficiente de atrito estático.

## 2. O Experimento Proposto

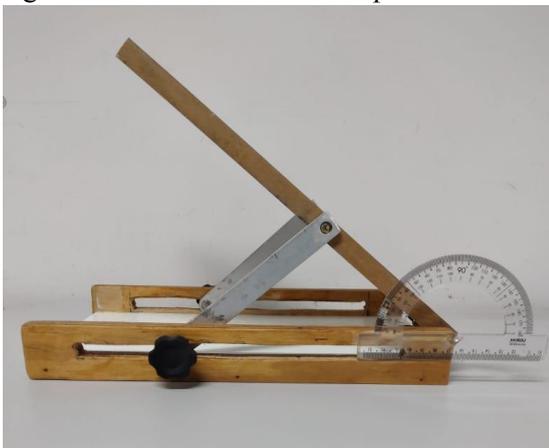
### Materiais necessários:

- 1 pedaço de madeira para a parte inclinável (32,7 cm de comprimento e 15,5 cm de largura)
- 1 pedaço de madeira para a base (32,8 cm de comprimento e 19,3 cm de largura)
- 1 dobradiça
- 1 transferidor
- 2 hastes de metal
- 1 pedaço de lixa de parede (32,7 cm de comprimento e 7,8 cm de largura)
- 2 parafusos
- 2 parafusos manípulos

### Construção do experimento:

O experimento deve assemelhar-se à figura abaixo.

Figura 2 - Resultado final do experimento



Fonte: Os autores, 2022.

Para isso, una a madeira da base e a madeira da parte inclinável utilizando uma dobradiça, como nas fotos abaixo.

Figura 3 - Junção da base com a parte móvel



Fonte: Os autores, 2022.

Em seguida, parafuse as duas hastes de metal, uma de cada lado, e coloque também os dois parafusos manípulos que terão a função de regular a inclinação do plano. A foto abaixo ilustra esse passo.

Figura 4 - Hastes metálicas parafusadas no experimento



Fonte: Os autores, 2022.

Para a medição dos ângulos durante o experimento, será necessário fixar um transferidor como mostra a imagem abaixo.

Figura 5 - Transferidor fixo



Fonte: os autores, 2022.

Por fim, é necessário colar o pedaço de lixa na metade da superfície inclinável. É importante que a outra metade seja uma superfície lisa, para isso pode-se lixar a madeira e pintar (ou envernizar) se for necessário.

Figura 6 - Superfície do plano inclinado



Fonte: Os autores, 2022.

De maneira geral, esse experimento faz uso de materiais de baixo custo sendo também de fácil manuseio.

### **3. Roteiro demonstrativo para o professor**

O professor pode dispor o experimento sobre uma bancada de forma que todos os alunos consigam visualizá-lo. Em seguida, ele pode explicar brevemente do que se trata o equipamento,

comentar sobre as máquinas simples e sua utilidade e contextualizar o uso do plano inclinado de acordo com a realidade dos estudantes.

Após essa breve explicação, o professor pode escolher um objeto (por exemplo, um pedaço de madeira) e estimular os alunos a responderem o seguinte questionamento: “Em qual dos dois lados da superfície do plano o objeto deslizará primeiro?”. O objetivo dessa indagação será analisar os conhecimentos dos discentes acerca do plano inclinado, especificamente sobre o atrito.

Posteriormente ao levantamento das hipóteses, o professor pode pedir aos alunos que falem alguns ângulos para que a superfície do plano seja inclinada e, dessa forma, testar algumas inclinações onde o objeto começa a deslizar. Com esses testes dos ângulos, o professor pode variar a inclinação de forma que o objeto fique na iminência de deslizar. Assim, o docente pode conduzir os alunos a perceberem que o objeto deslizará em ângulos diferentes em cada lado da superfície do plano.

Com o auxílio de um quadro branco, o professor poderá esboçar um diagrama de corpo livre de forma a evidenciar as forças atuantes sobre o objeto e, assim, chegar aos cálculo do coeficiente de atrito estático. O cálculo poderá ser feito a partir do momento em que se descobre o ângulo no qual o objeto fica na iminência de deslizar, sendo o coeficiente de atrito estático igual à tangente do ângulo em questão.

#### **4. Roteiro investigativo com baixo grau de abertura<sup>1</sup> para o aluno**

**1º passo:** Objetivo - Determinar a inclinação na qual o objeto desliza.

Com o plano na horizontal, coloque um objeto na parte revestida pela lixa. Levante a parte inclinável cuidadosamente até que o objeto deslize.

**2º passo:** Objetivo - Identificar a inclinação na qual o objeto fica na iminência de deslizar.

Quando o objeto deslizar, diminua a inclinação até que o objeto pare.

**3º passo:** Objetivo - Encontrar a inclinação do plano na qual o objeto fica na iminência de deslizar.

Faça o 2º e 3º passo até que o objeto fique na iminência de deslizar (isso significa que qualquer inclinação a mais, o objeto irá deslizar).

**4º passo:** Objetivo - Determinar o ângulo de iminência do movimento.

---

<sup>1</sup> **Baixo grau de abertura:** Apresenta apenas "roteiros estruturados", ou seja, todos os procedimentos.



Com o transferidor que está acoplado ao experimento, determine em qual ângulo o objeto fica na iminência de deslizar.

**5º passo:** Objetivo - Encontrar o valor do coeficiente de atrito estático.

Calcule o coeficiente de atrito estático entre a superfície e o objeto. Para isso, utilize a expressão,

$$\mu_e = tg\theta$$

onde:

$\mu_e$  = *coeficiente estático*

$\theta$  = *ângulo de iminência do movimento*

*tg* = *tangente*

**6º passo:** Objetivo - Comparar o coeficiente de atrito estático encontrado nas duas situações.

Faça os passos anteriores, porém utilizando o outro lado da superfície (com madeira envernizada).

Qual das duas situações possui maior coeficiente de atrito estático?

## **5. Roteiro investigativo com maior grau de abertura<sup>2</sup> para o aluno**

**1º passo:** Objetivo - Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do atrito.

Observe o experimento e responda: Se colocarmos um objeto na superfície do plano (por exemplo, um bloquinho de madeira), em qual dos dois lados ele deslizará primeiro à medida que a superfície for inclinada? Justifique sua resposta.

**2º passo:** Objetivo - Identificar a inclinação da superfície na qual o objeto fica na iminência de deslizar.

Levante a parte inclinável até o objeto estar na iminência de deslizar e meça o ângulo. Faça isso para os dois lados da superfície.

**3º passo:** Objetivo - Calcular o coeficiente de atrito estático através da análise das forças atuantes sobre o objeto utilizado.

Faça um diagrama de corpo livre identificando as forças atuantes sobre o objeto e descreva como você faria para calcular o coeficiente de atrito estático para os dois lados da superfície. Em qual das

---

<sup>2</sup> **Maior grau de abertura:** Roteiro em que apresenta apenas a lista de materiais, onde os procedimentos são elaborados pelos alunos e grande parte das perguntas e conclusões são deixadas em aberto.

situações o coeficiente de atrito estático entre o objeto e a superfície é maior? Justifique através dos cálculos.

## 6. Referências

CALAÇA, L. F. **Proposta de experimento sobre força de atrito direcionado a uma turma inclusiva**. 2018. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Física) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/206359>. Acesso em: 25 de jun. de 2022.