

## Atividade 1

# Atrito

### 1) PROBLEMATIZAÇÃO:

Apesar da tira de humor abaixo ilustrar uma atitude **incorreta** da personagem Angélica em relação à sua turminha de amigos, serve também de alerta para os menos cuidadosos, que utilizam ruas e calçadas como depósito de lixo.



Jornal O Globo, 04/07/2004.

Este tipo de atitude pode causar danos às pessoas, ao escorregarem e sofrerem fraturas. Reflita sobre o assunto e verifique se existe alguma relação entre os escorregões dos amiguinhos da Angélica, ao pisarem na casca da banana, e os conteúdos da Física.

### 2) PERGUNTAS - CHAVE:

- 1) Por que em determinados pisos temos facilidade para andar e em outros não?
- 2) Por que os carros de corrida usam pneus "carecas" (sliks), enquanto os de rua são proibidos de rodar assim? <sup>(1)</sup>
- 3) Em dias chuvosos, normalmente, as pessoas usam calçados com solas de borracha, ou de outros materiais, porém frisadas. Existe algum motivo para isto, ou você considera que seja apenas uma questão de costume?

### 3) CONCEITOS-CHAVE:

Forças resistivas e força de atrito; forças de atrito estático e cinético; coeficientes de atrito estático e cinético.

#### 3.1) Forças Resistivas:

Aquelas que exercem resistência à tendência de ou ao movimento de um corpo, em virtude da interação entre a superfície desse corpo e a vizinhança que o cerca.

#### 3.2) Força de Atrito:

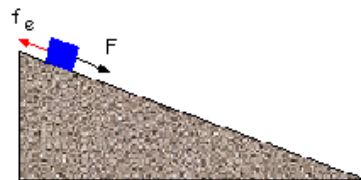
É um exemplo de força resistiva; é causada pela interação entre as superfícies de um corpo e aquela onde ocorre tendência ao ou o movimento desse corpo.

#### 3.3) Força de Atrito Estático ( $f_e$ ):

É a que impede o movimento de um corpo, quando algum agente externo tenta tirá-lo do repouso, como mostram as situações das figuras a seguir.



$f_e = F \Rightarrow$  corpo em repouso



$f_e = F \Rightarrow$  corpo em repouso

#### 3.4) Força de Atrito Cinético ( $f_c$ ):

É a que atua durante o movimento de um corpo, devido à interação entre as superfícies do corpo e aquela onde ocorre o movimento. Nas situações mostradas no item 3.3, se o módulo da força  $F$  aumentar, o bloco em certo instante fica na iminência de deslizar ( $f_{e, \text{máx}}$ ). Para  $F$  maior que  $f_{e, \text{máx}}$ , o bloco se move aceleradamente e a força resistiva é a de atrito cinético ( $f_c$ ).

#### 3.4) Coeficiente de Atrito ( $\mu$ ):

É uma constante que depende da natureza das superfícies em contato. As forças resistivas ao movimento  $f_e$  ou  $f_c$  estão relacionadas, respectivamente, aos coeficientes de atrito estático ( $\mu_e$ ) e cinético ( $\mu_c$ ).

### 4) ATIVIDADES EM GRUPO:

#### 4.1) Introdução:

Com a turma dividida em grupos de 4 ou 5 alunos, o professor poderá iniciar a aula usando a problematização sugerida no item 1. Isto poderá auxiliar o desenvolvimento do

senso crítico dos educandos e a motivação para o estudo do conteúdo. Em seguida, poderá propor um teste de sondagem como meio facilitador para explicitação de concepções/representações dos estudantes relacionadas a fatos do dia-a-dia que envolvem o atrito. Também são propostas realizações de “experiência de pensamento”, como recurso auxiliar no processo de (re)construção do conhecimento e de experimento para observação, análise e conclusões, auxiliando a sistematização do conteúdo. Além disso, são apresentadas sugestões para a avaliação da aprendizagem.

#### 4.2) Seqüência das atividades:

- 1ª - Distribuir aos grupos de alunos uma folha contendo a problematização. Após os alunos refletirem sobre o assunto, deverão anotar a resposta do grupo. Nesta etapa, o professor pode aproveitar para explorar apenas os aspectos de conduta social presentes na problematização.
- 2ª - Solicitar que os alunos discutam, entre si, as questões propostas no teste de sondagem, anotando as conclusões a que chegaram.
- 3ª - Sem discutir as respostas ao teste de sondagem, sugere-se que o professor apresente aos grupos o texto para a realização da “experiência de pensamento”.
- 4ª - Durante a “experiência de pensamento”, os alunos, sem a utilização de objetos, deverão elaborar hipóteses como respostas às questões formuladas no texto, anotando as que forem consenso no grupo.
- 5ª - Rápida explanação pelo professor sobre o funcionamento do kit. Propor aos alunos a realização do experimento. Nesta etapa, os grupos deverão, a partir das observações, testar suas hipóteses, apresentando justificativas, tanto para as certas quanto para as erradas.
- 6ª - Aprofundamento da exploração do experimento pelo professor: discutir as respostas dos alunos nas diversas etapas da atividade, introduzindo as grandezas físicas envolvidas e relacioná-las qualitativamente; sistematizar o conteúdo, demonstrando a relação matemática entre aquelas grandezas.
- 7ª - Avaliar a aprendizagem, propondo outras questões referentes ao conteúdo estudado.

#### 4.3) Modelo de Teste de Sondagem:

##### **Teste de Sondagem**

- 1- Por que em determinados pisos temos facilidade para andar e em outros não?
- 2- Por que os carros de corrida usam pneus “carecas” (sliks), enquanto os de rua são proibidos de rodar assim? <sup>(1)</sup>
- 3- Em dias chuvosos, normalmente, as pessoas usam calçados com solas de borracha, ou de outros materiais, porém frisadas. Existe algum motivo para isto, ou você considera que seja apenas uma questão de costume?
- 4- Quando se empurra uma caixa pesada, em repouso sobre o solo, é preciso fazer certa força  $F$  para que ela comece a se mover. Uma vez em movimento, é necessária uma força menor do que  $F$  para que a caixa continue deslizando. Por quê? <sup>(2)</sup>



#### 4.4) Sugestões para Exploração do Experimento:

##### “Experiência de Pensamento”

Leia com atenção o texto<sup>(3)</sup> a seguir e sem utilizar nenhum objeto, ou seja, apenas imaginando e refletindo sobre a situação exposta, responda por escrito as questões que nele estão contidas.

##### Truque do Mago Renzo

Aplausos. Muitos aplausos. Mas o público aguarda o grande momento, o grande “truque” do mago Renzo.

O mago Renzo pediu o silêncio de todos:

-Silêncio! Silêncio! Hoje eu farei o meu grande truque se alguém responder a minha pergunta.

O silêncio continuou, esperavam a pergunta.

- Todos imaginem um livro fechado. A capa deste livro tem uma metade lisa e outra mais áspera. Colocando dois corpos de mesma massa, um em cada metade, pegue o livro e comece a incliná-lo, como se fosse uma rampa. Quais dos corpos irá deslizar primeiro pela capa do livro abaixo? Por quê?

O público nem sequer entende a pergunta. Que pena! Não iriam ter a grande mágica.

E você? Consegue responder?

Se sua resposta for afirmativa, vá em frente.

Agora suponha o seguinte:

Um dos corpos está em repouso sob o livro, que se encontra levemente inclinado em relação ao eixo horizontal.

Você seria capaz de desenhar a situação fazendo um diagrama de forças que atuam no corpo?

Isso, que bom! Você, de fato, quer ver o grande negócio, quer dizer, o grande truque do mago Renzo!

Então aí vai a última:

Suponha que você agora dispõe de dois corpos com massas  $M$  e  $2M$ , colocasse-os numa mesma metade, lisa ou áspera da capa do livro e fosse inclinando-o até que os corpos começassem a deslizar. E aí? Qual deles deslizaria primeiro? Por quê?

Ah, não se esqueça! O mago Renzo espera pela sua ligação no telefone 0800- 171171 e assim mostrar o grande truque para você, no particular. Ligue e não se arrependará!

## Realização do Experimento com o Kit

1. O kit contém duas moedas idênticas. Coloque uma na parte lisa do plano e a outra na áspera, e comece a incliná-lo lentamente, conforme mostra a figura ao lado. O que você observou?

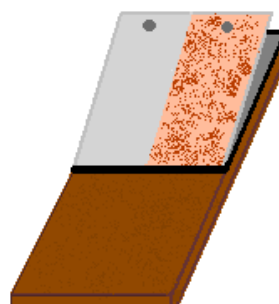


Figura 1

2. Repita o procedimento anterior, porém utilize o transferidor como recurso auxiliar na observação. Anote as observações e dados que você considerou relevantes.



Figura 2

3. Repita os dois procedimentos anteriores, porém colocando as moedas de massas  $M$  e  $2M$  em uma das superfícies (lisa ou áspera).
4. Elabore com seus colegas do grupo um pequeno texto com as conclusões relativas ao experimento.
5. Compare as conclusões do grupo com as respostas às questões da “experiência de pensamento”.

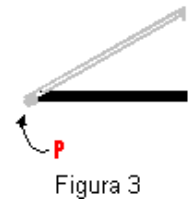
## 5) CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DO KIT:

### 5.1) Material:

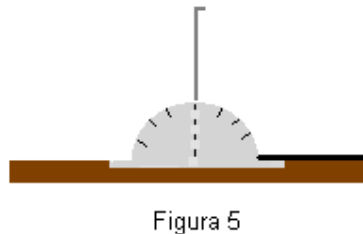
- ✓ 1 box de CD (não pode ser “slim”);
- ✓ 1 transferidor com régua milimetrada;
- ✓ 1 folha lixa para madeira nº 140;
- ✓ 3 moedas idênticas, preferencialmente de R\$ 0,05 (prateada);
- ✓ 1 placa de madeira (12,5 cm x 23 cm x 3 cm de altura);
- ✓ 1 cubo de madeira de 4 cm de aresta;
- ✓ 1 palito de churrasco;
- ✓ cola de rápida fixação;
- ✓ cola para isopor.

## 5.2) Construção <sup>(4)</sup>:

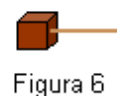
- ✓ Retire a parte interna do box de CD;
- ✓ Lime a ponta **P** da tampa do box de CD para que ela possa girar quando fixada na placa de madeira (Figura 3);
- ✓ Use cola de rápida fixação para colar o fundo do box de CD na placa de madeira, conforme mostra a Figura 4;



- ✓ Cole régua do transferidor na madeira, de modo que o ângulo de 90° coincida com a tampa do box perpendicular à placa (Figura 5);



- ✓ Corte uma tira da lixa com as dimensões 12,5 cm x 6 cm e fixe-a na tampa do box de CD com cola de isopor;
- ✓ Cole duas moedas, utilizando a cola de rápida fixação, com cuidado para não sujar as superfícies externas;
- ✓ Com o auxílio de uma furadeira, faça um orifício numa das faces do cubo e insira a extremidade do palito de churrasco com um pouco de cola para melhor fixação (Figura 6).



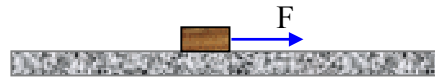
## 6) COMO FUNCIONA O KIT:

A tampa do box de CD tem seu eixo paralelo à placa de madeira, possibilitando sua utilização como um plano inclinado. O movimento do cubo de madeira no interior do box de CD permitirá diferentes ângulos de inclinação que poderão ser medidos com o transferidor.

Como a tampa do box de CD foi preparada de tal modo que possui dois tipos de superfícies (lisa e áspera), quando as moedas são colocadas em sua lateral livre e lentamente se inicia o aumento do ângulo de inclinação, o kit possibilitará: observar que as moedas, em superfícies diferentes, começam o deslizamento no plano com inclinações também diferentes; medir os ângulos relativos a estas inclinações; verificar que numa mesma superfície, o início do deslizamento independe da massa do corpo.

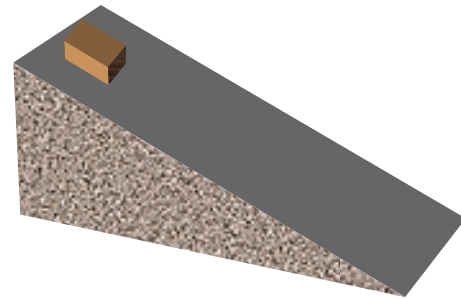
## 7) SUGESTÕES PARA A AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM:

7.1) A figura ao lado representa um bloco sendo puxado por uma força constante de módulo  $F$ .

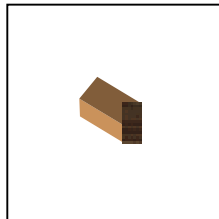


Represente as demais forças que atuam no bloco, sabendo que ele desliza com velocidade constante.

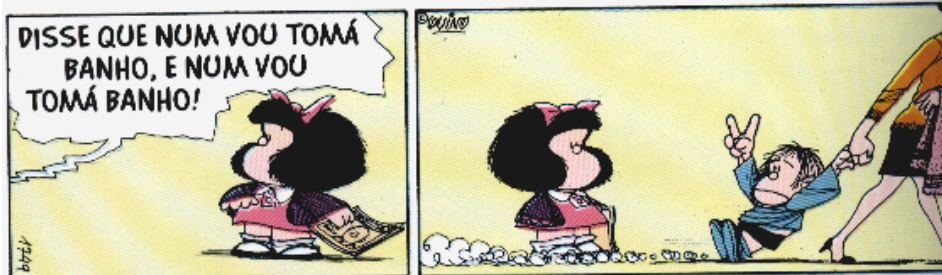
7.2) Um bloco desliza sobre uma rampa, com velocidade constante, conforme figura ao lado.



No retângulo abaixo, encontra-se uma reprodução do bloco. Represente e identifique as forças durante a descida. Adote uma escala para representar o módulo de cada uma delas.



7.3) A tirinha abaixo representa uma ida forçada do Guile para o banho.

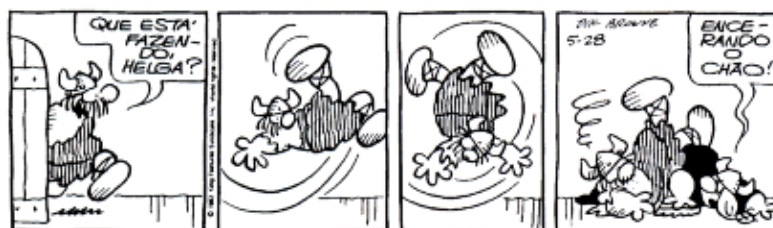


Quino 1999

Represente na figura a seguir as forças que estão atuando no Guile.



7.4)



Browne, D. (1997)

Você já deve ter percebido que a probabilidade de se escorregar num piso polido, tal como o encerado pela Helga, é muito maior do que nos ásperos.

- a) Explique este fato, representando nas figuras a seguir a(s) força(s) que atua(m) no Hagar, quando ele inicia seu movimento num piso polido (bem encerado ou envernizado) e num chão áspero.

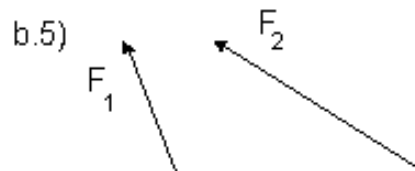
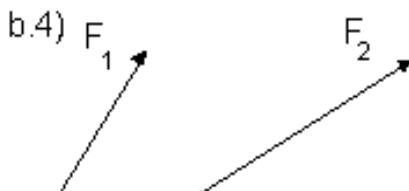
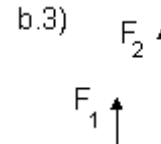
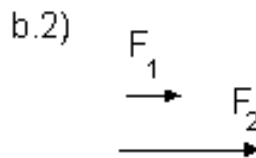
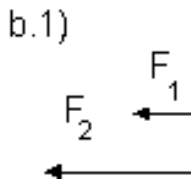


Piso polido



Chão áspero

- b) Compare as forças do piso polido ( $F_1$ ) e do chão áspero ( $F_2$ ) sobre o Hagar e assinale a opção que melhor as representa.



7.5) Retorne às questões do teste de sondagem e responda-as com base em explicações científicas.

#### Notas:

- (1) CARVALHO, Regina Pinto de. *Física do dia-a-dia – 105 perguntas e respostas sobre Física fora da sala de aula*. Belo Horizonte:Gutenberg, 2003. p. 59.
- (2) Adaptação a partir de SERWAY, Raymond A. *Física 1 para cientistas e engenheiros com física moderna*. Trad. MACEDO, Horácio. 3 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1996. p. 97.
- (3) FRANÇA, Samantha Philigret Santos da e SILVA, Hudson de Aguiar. Projeto-Aula: atrito. 2004. 5 f. Trabalho elaborado na disciplina Produção de Material Didático e Estratégias para o Ensino de Física I – Curso de Graduação em Física, Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2004.
- (4) Adaptação a partir de FRANÇA, Samantha Philigret Santos da e SILVA, Hudson de Aguiar. Projeto-Aula: atrito. 2004. 5 f. Trabalho elaborado na disciplina Produção de Material Didático e Estratégias para o Ensino de Física I – Curso de Graduação em Física, Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2004.