

APÊNDICE E – TUTORIAL DO PRODUTO EDUCACIONAL

TUTORIAL DO *KIT* DE BRINQUEDOS

Este guia instrucional é parte integrante do *Kit* de Brinquedos para o ensino de Física e tem o objetivo de auxiliar os professores na montagem, utilização e fundamentação teórica dos experimentos. Nele estão detalhadas todas as etapas da construção de cada experimento, desde a lista de materiais até a montagem, bem como as fundamentações teóricas e aplicações didáticas, além de uma sugestão de questionário avaliativo a ser aplicado com os alunos após cada experimento. Propomos que em seus planejamentos de aulas, seja dedicado o tempo de montagem dos experimentos com os alunos, pois a participação ativa dos mesmos no processo é de extrema importância no sucesso do ensino aprendido. O ensino e o aprendizado devem ser algo prazeroso e divertido, portanto, esmero e carinho foram fundamentais na elaboração deste material, e esperamos que possam aproveitar o máximo das possibilidades propostas por ele. Tenham todos uma boa diversão e bons estudos.

1 EXPERIMENTOS

1.1 Disco que Flutua

- DISCIPLINA DE ESTUDO: FÍSICA
- RAMO DA FÍSICA: MECÂNICA
- TÓPICO DE ESTUDO: ATRITO

Figura 1: Disco que flutua.



Fonte: Próprio autor.

1.1.1 Atividade Introdutória

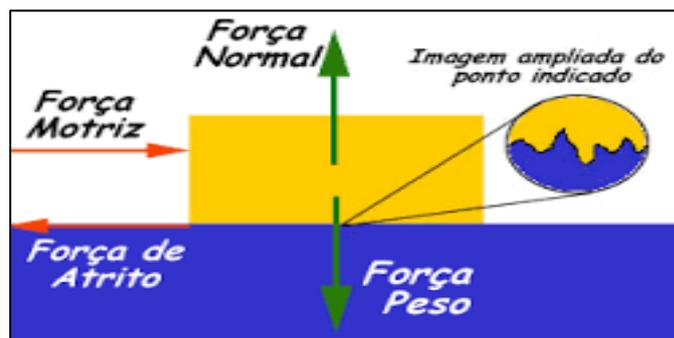
Esta atividade tem como objetivo instigar a curiosidade do aluno para o fenômeno do atrito. Para tanto sugerimos que o professor tenha em sala alguns materiais de superfície lisa e outros com superfície rugosa ou áspera.

Distribua os materiais com os alunos e oriente-os a movimentar objetos na superfície lisa e na rugosa ou áspera, e peça para que eles descrevam a diferença percebida nas duas situações. Discuta com os alunos as opiniões expostas por eles e em seguida siga as instruções do tópico de Fundamentação Teórica a seguir.

1.1.2 Fundamentação Teórica

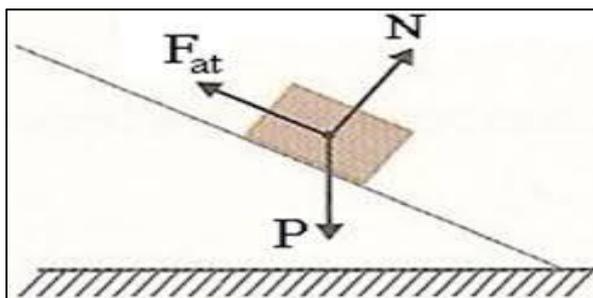
Este experimento tem como princípio teórico o fenômeno da Força de atrito estático entre superfícies em contato. O atrito é uma Força de contato entre os materiais, que surge sempre que um corpo tende a deslizar sobre outro. Ela atua tangente à superfície de contato e tem sentido oposto ao do movimento (ou à “tendência” de movimento) relativo entre as superfícies (Fig. 2). A Força de atrito é proporcional a Força de reação das superfícies em contato, denominada de Força Normal e de um coeficiente de proporcionalidade denominado coeficiente de atrito representado pela letra grega μ (*mi*) que depende do material das superfícies. Uma observação importante é que a Força Normal é sempre perpendicular à superfície de contato (Fig. 3).

Figura 2: Ampliação das rugosidades das superfícies.



Fonte: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/forca-de-atrito-entenda-o-que-sao-atrito-estatico-e-atrito-cinetico.htm>

Figura 3: Força Normal perpendicular à superfície.



Fonte: <http://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-plano-inclinado--com-atrito.htm>

A Força de atrito ou a ausência dela, é responsável por vários fenômenos do nosso cotidiano, como por exemplo o simples ato de conseguirmos andar sobre o chão representa a presença do atrito entre os nossos pés e o chão (Fig. 4). Assim como não conseguimos andar sem escorregar sobre um piso cheio de água e sabão, pois a presença da água com sabão reduz o atrito entre as superfícies (Fig. 5).

Figura 4: Sentido do movimento e da força de atrito.



Fonte: <http://curiosidadesfq.blogspot.com/2007/11/importancia-das-forcas-de-atrito-quando.html>

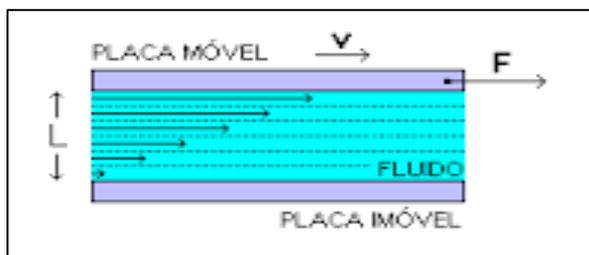
Figura 5: Falta de atrito entre as superfícies.



Fonte: <http://fisicanossa.blogspot.com/2011/10/o-que-aconteceria-se-forca-de-atrito.html>

No nosso experimento o ar que escapa do balão é direcionado para baixo do CD criando uma camada de ar entre as superfícies em contato, reduzindo assim o atrito e fazendo com que o CD se desloque com mais facilidade (Fig. 6).

Figura 6: Dinâmica do ar entre as superfícies.



Fonte: <http://www.algosobre.com.br/fisica/forcas-de-atrito.html>

1.1.3 Lista de Materiais e Montagem

Para a montagem do experimento, é necessário alguns materiais de baixo custo que podemos encontrar facilmente. A montagem pode ser realizada pelo professor em sala de aula.

1.1.3.1 Lista de Materiais

- 01 CD ou DVD virgem ou sem utilização;
- 01 tampa de detergente;
- 01 balão de aniversário;
- Cola maluca.
- Pintura do CD é opcional.

Figura 7: Materiais utilizados na construção do brinquedo “Disco que flutua”.



Fonte: Próprio autor.

1.1.3.2 Montagem

Primeiramente limpe a superfície do CD e a tampa de detergente para remover possíveis partículas e em seguida passe a cola maluca em volta da borda da tampa de detergente como indicado na Figura 8;

Tome cuidado para não colocar cola nos seus dedos pois é de difícil remoção.

Figura 8: Aplicação da cola na tampa de detergente.



Fonte: Próprio autor.

Logo em seguida coloque a tampa de detergente centralizada com o centro do CD e aperte por cerca de 20 segundos como mostra a Figura 9;

Figura 9: Colagem da tampa de detergente no CD.



Fonte: Próprio autor.

Após a secagem da cola, coloque o balão na parte móvel (branca) da tampa de detergente como mostrado na Figura 10. A outra opção é colocar o balão após enchê-lo.

Figura 10: Colocação do balão na tampa de detergente.



Fonte: Próprio autor.

Quando o balão estiver cheio e no local com a tampa travada, basta destravar a tampinha e empurrar o disco com o dedo que ele deslizará sobre a superfície plana.

Figura 11: Brinquedo pronto para ser utilizado.



Fonte: Próprio autor.

1.1.4 Sugestão de Roteiro do Experimento

Primeiramente o professor poderá expor algumas situações do cotidiano em que exista a presença do atrito ou a ausência dele, indagando os alunos a citarem alguns exemplos de situações vividas por eles com relação ao assunto.

- Em seguida o professor realiza a explicação do fenômeno físico de forma clara e simples ou mesmo abordando a teoria (no caso de séries mais elevadas), para que os alunos assosiem a teoria aos fenômenos citados anteriormente.

- Em sequência inicia-se a aplicação do experimento com o balão vazio, mostrando o atrito entre o CD e a superfície plana, realizando indagações sobre o fenômeno, como exemplo, porque o CD não desliza facilmente quando empurrado?
- Logo após destrava-se a tampa e empurra-se o CD, observando seu novo comportamento, realizando novas indagações sobre o fenômeno observado, como exemplo, porque o CD desliza facilmente quando empurrado?
- Em seguida aplica-se o questionário sugerido.

1.1.5 Sugestão de Questionário

01 – Marque a opção em que você acha que existe muito atrito entre as superfícies.

- A) Carro em uma pista com óleo
- B) Caminhar em piso molhado
- C) Caminhar sobre uma lixa
- D) Descer em um toboágua

02 – Marque a opção em que você acha que existe pouco atrito entre as superfícies.

- A) Ascender um palito de fósforo
- B) Esfregar duas lixas
- C) Descer em um escorregador
- D) Caminhar sobre o chão seco.

03 – Na situação do experimento realizado o que faz diminuir o atrito do CD com a superfície plana?

- A) O próprio CD.
- B) A superfície plana que é lisa.
- C) O ar que é direcionado para baixo do CD.
- D) Nada diminui o atrito.

04 – Escreva com suas palavras ou represente através de um desenho algumas situações de muito atrito e outras de pouco atrito entre os corpos.

05 – Escreva com suas palavras ou represente através de um desenho o que você entendeu sobre a Força de atrito.

06 – Os Experimentos ajudaram a entender o que é atrito?

- A) Muito
- B) Pouco
- C) Mais ou menos
- D) Outros

07 - A aula de hoje estabeleceu alguma relação com sua à vivência diária?

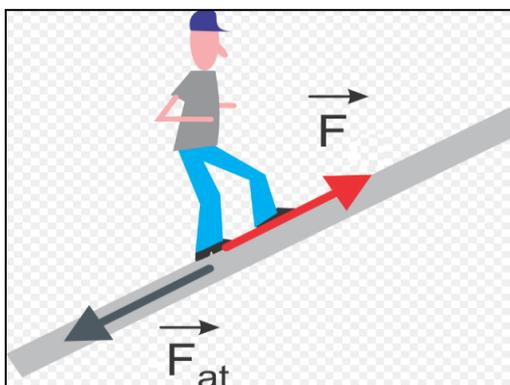
- A) Muito
- B) Pouco
- C) Mais ou menos
- D) Outros

08 – Você considera o conceito de Força de atrito de:

- A) Fácil compreensão
- B) Difícil compreensão
- C) Muito difícil compreensão

09 – Analise a figura abaixo e explique com suas palavras porque o rapaz não escorrega.

Figura 12: Homem subindo uma rampa.



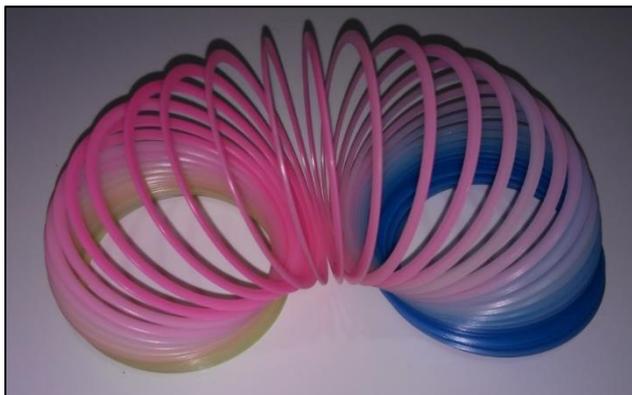
Fonte: http://fisica-passoapasso.blogspot.com/2014/05/enem-2013-fisica_9158.html

10 – Você gostou da aula de hoje? Por quê?

1.2 Mola Maluca

- DISCIPLINA DE ESTUDO: FÍSICA
- RAMO DA FÍSICA: ONDULATÓRIA
- TÓPICO DE ESTUDO: ONDAS

Figura 13: Mola maluca



Fonte: Próprio autor

1.2.1 Atividade Introdutória

Esta atividade tem como objetivo instigar a curiosidade do aluno para o fenômeno da ondulatória. Para tanto sugerimos que o professor incentive os alunos a citarem exemplos de alguns tipos de ondas que eles conhecem. A turma pode ser organizada de modo que possa ser produzida uma onda com os próprios alunos (ôla). Faça alguns questionamentos juntamente com os alunos, de quais tipos de ondas que eles conhecem, quais ondas eles já viram no seu dia a dia e depois introduza o tópico de fundamentação teórica a seguir.

1.2.2 Fundamentação Teórica

Este experimento tem como fundamentação teórica o princípio da propagação das ondas em um meio material. Em nosso dia a dia podemos observar vários tipos de ondas, como exemplos podemos citar ondas na superfície da água, ou as ondas formadas quando sacudimos uma corda esticada, o som de uma maneira geral, o qual denominamos de ondas sonoras e até mesmo quando vemos as cores nos objetos ao nosso redor, pois

nossos olhos são sensibilizados pela luz, que é um tipo de onda. Existem também aquelas ondas cujo nossos olhos não captam como imagens, como as ondas de rádio e TV, as microondas, os raios X e os raios Gama. O conceito Físico mais simples para uma onda é o transporte de energia através de um meio, sem que haja transporte de matéria, ou seja, o meio nunca acompanha a propagação da onda, qualquer que seja esta onda.

As ondas são classificadas em dois grupos: ondas mecânicas e ondas eletromagnéticas.

As ondas mecânicas necessitam de um meio material para se propagarem, portanto transportam energia através das partículas que compõem esse meio, o que faz com que essas ondas nunca se propaguem no vácuo. Como exemplo temos as ondas sonoras, as ondas na água, como mostram as Figuras 14 e 15.

Figura 14: Exemplo de onda sonora.



Fonte: <http://fisical11.bligoo.com.mx/ondas-mecanicas>

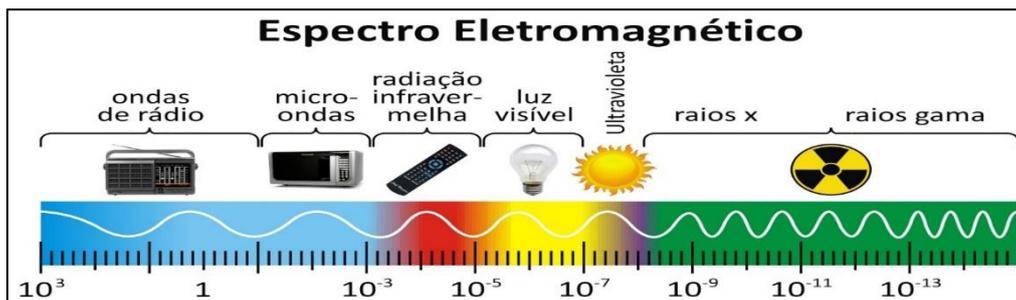
Figura 15: Exemplo de ondas na água.



Fonte: http://www.sobiologia.com.br/conteudos/oitava_serie.php

As ondas eletromagnéticas tanto se propagam em meios materiais como também na ausência desses meios, ou seja, no vácuo. Esse tipo de onda é composta por dois campos, um elétrico e outro magnético. Como exemplo temos as ondas de rádio, as ondas de TV, as microondas, a luz visível (cores), os raios X e os raios gama como mostrado na Figura 16.

Figura 16: Espectros de ondas eletromagnéticas.

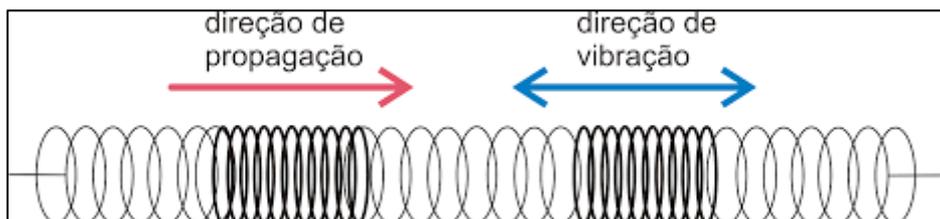


Fonte: http://2.bp.blogspot.com/-o_49KrteRFA/VlpmmnAvD3I/AAAAAAAAABiI/VmR-nemgLg/s1600/Espectro%2Beletromagn%25C3%25A9tico%2B%2528JPEG%2529.JPG

As ondas também podem ser classificadas de acordo com a direção da vibração em relação a direção de sua propagação, podendo ser classificadas como ondas longitudinais e ondas transversais, como mostram as Figuras 17 e 18.

As ondas longitudinais são aquelas em que a direção de vibração é a mesma da propagação da onda.

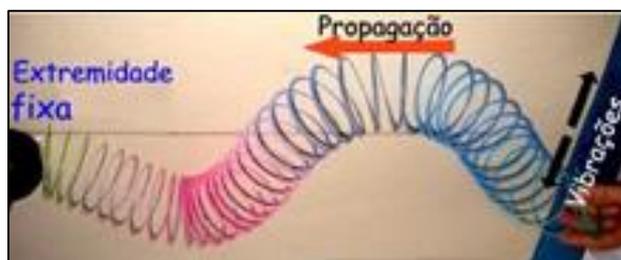
Figura 17: Onda longitudinal em uma mola.



Fonte: http://osfundamentosdafisica.blogspot.com/2013/11/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_19.html

As ondas transversais são aquelas em que a direção de vibração é perpendicular a direção de propagação da onda.

Figura 18: Onda transversal em uma mola.



Fonte: http://www.rc.unesp.br/showdefisica/99_explor_eletrizacao/paginas%20htmls/ondas.htm

1.2.3 Lista de Materiais e Montagem

O material necessário para este experimento é somente o brinquedo mola maluca que pode ser adquirido em qualquer loja de brinquedos ou loja de produtos importados. Este experimento não exige montagem específica.

1.2.4 SUGESTÃO DE ROTEIRO DO EXPERIMENTO

- Primeiramente o professor poderá expor algumas situações do cotidiano em que exista algum tipo de onda, indagando os alunos a citarem alguns exemplos de situações vividas por eles com relação ao assunto.
- Em seguida o professor realiza a explicação do fenômeno físico de forma clara e simples ou mesmo abordando a teoria (no caso de séries mais elevadas), para que os alunos assossiem a teoria aos fenômenos citados anteriormente.
- Em sequência inicia-se a aplicação do experimento com a mola para a onda longitudinal e depois para a onda transversal, realizando indagações sobre o fenômeno, como por exemplo: o que eles acham que acontece quando a mola fica presa de um lado e é balançada na outra extremidade? E se a mola ficar solta em uma das extremidades e é balançada na outra?
- Como complemento da aula, sugere-se a confecção de um brinquedo chamado telefone de copos, onde dois copos descartáveis são ligados por um barbante preso aos fundos dos copos e os alunos aos pares utilizam o aparato, enquanto um fala em um copo, o outro escuta no copo da outra extremidade.
- Podem ser feitas indagações aos alunos de como o som vai de um copo a outro.
- Em seguida aplica-se o questionário sugerido.

1.2.5 Sugestão de Questionário

1 – Os experimentos realizados ajudaram a entender o conceito de onda?

A) Muito

B) Pouco

C) Mais ou menos

D) Não ajudaram em nada

2 – Que tipo de onda é produzida quando acontece o que mostra na figura abaixo?

Figura 19: Fila de dominós em queda.

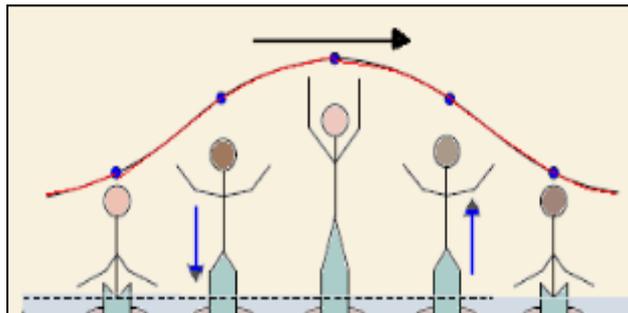


Fonte: <https://www.thinkstockphotos.com.pt/image/stock-photo-domino-fall/187334338>

- A) Onda longitudinal
- B) Onda transversal
- C) Onda sonora
- D) Onda na água

3 – Na onda formada nos estádios mexicanos (ôla), como mostra na figura abaixo, o que você acha que provoca a sensação de movimento da onda?

Figura 20: Ôla mexicana.



Fonte: <http://fisicaevestibular.com.br/atualizacao/exercicios2013/acustica.htm>

- A) As pessoas andam de lado
- B) As pessoas rolam de lado
- C) As pessoas apenas abaixam e levantam, um após o outro
- D) As pessoas abaixam e levantam todas ao mesmo tempo

4 – O que você acha que faz com que o colega escute o som da voz da outra pessoa no copo?

Figura 21: Telefone de copos.



Fonte: <http://chc.cienciahoje.uol.com.br/como-funciona-o-telefone-de-copos/>

- A) A onda sonora viaja pelo ar
- B) A onda sonora viaja pelo barbante
- C) O som viaja pelo copo
- D) O som não é escutado pela outra pessoa

5 - Escreva ou desenhe o tipo de onda formada na mola usada em sala de aula, quando agitamos para cima ou para baixo.

6 – Escreva ou desenhe o tipo de onda formada na mola usada em sala de aula, quando encolhemos e soltamos a mola.

7 – Você gostou da aula de hoje? Por quê?

8 – A aula de hoje estabeleceu alguma relação com a sua vivência diária?

- A) Muito
- B) Pouco
- C) Mais ou menos
- D) Nenhuma relação

1.3 Disco de Newton (Pião Colorido)

- DISCIPLINA DE ESTUDO: FÍSICA

- RAMO DA FÍSICA: ÓPTICA
- TÓPICO DE ESTUDO: LUZ E CORES

Figura 22: Disco de cores.



Fonte: Próprio autor.

1.3.1 Atividade Introdutória

Esta atividade tem como objetivo instigar a curiosidade do aluno para os fenômenos que envolvem luz e cores e mostrar que uma determinada cor é obtida pela mistura de outras cores. Para tanto sugerimos que o professor tenha em sala alguns materiais como papel e lápis de cores.

Distribua os materiais com os alunos e oriente-os a misturar algumas cores e perceberem o resultado da mistura. Discuta com os alunos as opiniões expostas por eles e em seguida siga as instruções do tópico de Fundamentação Teórica a seguir.

1.3.2 Fundamentação Teórica

O que acontece quando misturamos as cores? A princípio a resposta para esta pergunta é bem simples e direta, aparecem outras cores. Mas o que é cor? Para esta pergunta existem duas respostas diferentes. A definição de cor luz e a definição de cor pigmento.

Como vimos nos estudos sobre ondas, a luz é um tipo de onda chamada de onda eletromagnética. Cor luz é uma faixa visível dessas ondas definidas pelas cores que

conhecemos como cores do arco-íris, que são: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta como mostrado na Figura 23.

Figura 23: Espectro visível da luz.

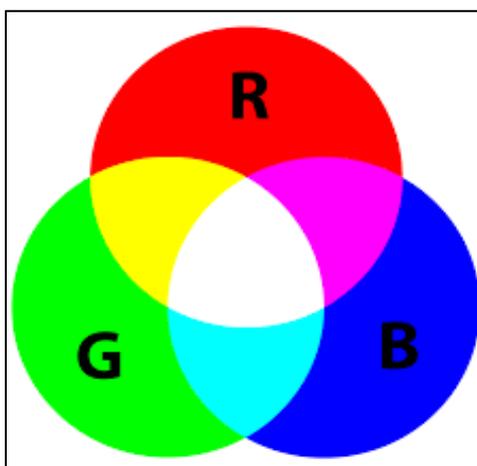


Fonte: http://www.sobiologia.com.br/conteudos/figuras/bioquimica/espectro_luz_visivel.jpg

As cores luz primárias, que são originárias da dispersão da luz branca, são o vermelho, o verde e o azul, também conhecidas pela sigla RGB, do inglês (**R**ed, **G**reen, **B**lue). Podemos obter qualquer cor luz secundária a partir da composição das cores luz primárias aos pares como mostrado na Figura 24.

Da composição do vermelho com o verde, obtém-se a cor luz amarelo; da composição do vermelho com o azul, obtém-se a cor luz magenta e da composição do azul com o verde, obtém-se a cor luz ciano. Da composição das três cores luz primárias dá a cor luz branca.

Figura 24: Cores luz primárias.



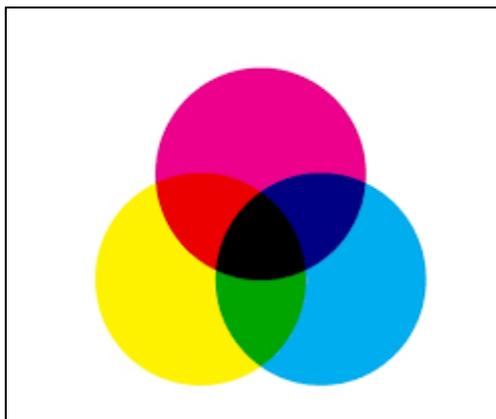
Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/RGB_color_model

Cor pigmento é a cor dos pigmentos que compõem os objetos e é percebido pelos nossos olhos através dos fenômenos de absorção e reflexão da luz insidente nos objetos.

Por exemplo, se um objeto vermelho for atingido por uma luz branca, o mesmo absorverá as cores luz verde e azul, e refletirá a cor luz vermelha.

As cores pigmentos primárias são o amarelo, o magenta e o ciano e as cores pigmentos secundárias são o vermelho, o azul e o verde. A mistura das cores pigmentos primárias resulta na cor pigmento preto de acordo com a Figura 25.

Figura 25: Cores pigmentos.



Fonte: <https://www.chiefdesign.com.br/teoria-das-cores/>

1.3.3 Lista de Materiais e Montagem

Para a montagem do experimento, é necessário alguns materiais de baixo custo que podemos encontrar facilmente. A montagem pode ser realizada pelo professor em sala de aula.

1.3.3.1 Lista de Materiais

- 01 CD
- 01 tampinha de detergente
- 01 buchinha de parede nº 8
- Cola maluca
- Cola quente
- Papel e canetinhas coloridas

1.3.3.2 Montagem

Primeiramente limpe a superfície do CD e a tampa de detergente para remover possíveis partículas e em seguida cole o papel colorido na superfície do CD como na Figura 26.

Figura 26: Colagem do papel colorido nos CDs.



Fonte: Próprio autor.

Passa a cola maluca em volta da borda da tampa de detergente como indicado na Figura 27, com cuidado para não colocar cola nos seus dedos pois é de difícil remoção.

Figura 27: Aplicação da cola na tampa de detergente.



Fonte: Próprio autor.

Logo em seguida coloque a tampa de detergente centralizada com o centro do CD e aperte por cerca de 20 segundos, como mostra na Figura 28.

Figura 28: Colagem da tampa de detergente no centro do CD.



Fonte: Próprio autor.

Em seguida centralize a bucha de parede dentro do orifício do CD e preencha totalmente os espaços livres com cola quente, como na Figura 29.

Figura 29: fixação da bucha de parede do CD.



Fonte: Próprio autor.

1.3.4 Sugestão de Roteiro do Experimento

- Primeiramente o professor poderá expor algumas situações do cotidiano em que a luz e as cores são percebidas, indagando os alunos a citarem alguns exemplos de situações vividas por eles com relação ao assunto.
- Em seguida o professor realiza a explicação do fenômeno físico de forma clara e simples ou mesmo abordando a teoria (no caso de séries mais elevadas), para que os alunos assosiem a teoria aos fenômenos citados anteriormente.
- Em sequência inicia-se a aplicação do experimento com o disco de Newton, sempre questionando os alunos qual cor irá aparecer em cada disco quando for girado e em seguida gire os discos um a um, realizando as anotações do resultado do fenômeno.

- Em seguida aplica-se o questionário sugerido.

1.3.5 Sugestão de Questionário

1 – Os experimentos ajudaram a entender o conteúdo?

- A) Muito
- B) Pouco
- C) Mais ou menos
- D) Não ajudaram

2 – Escreva ou represente através de pintura, quais são as cores luz que formam o arco-íris.

3 – Quais são as cores luz primárias?

- A) Magenta, ciano e amarelo
- B) Vermelho, verde e azul
- C) Branco, preto e amarelo
- D) Verde, branco e azul

4 - Quais são as cores luz secundárias?

- A) Azul, ciano e verde
- B) Verde, magenta e vermelho
- C) Vermelho, verde e azul
- D) Magenta, ciano e amarelo

5 - Quais são as cores pigmento primárias?

- A) Amarelo, magenta e ciano
- B) Preto, branco e azul
- C) Vermelho, verde e azul
- D) Branco, verde e amarelo

6 - Quais são as cores pigmento secundárias?

- A) Verde, amarelo e preto
- B) Roxo, verde e vermelho
- C) Vermelho, verde e azul
- D) Branco, cinza e roxo

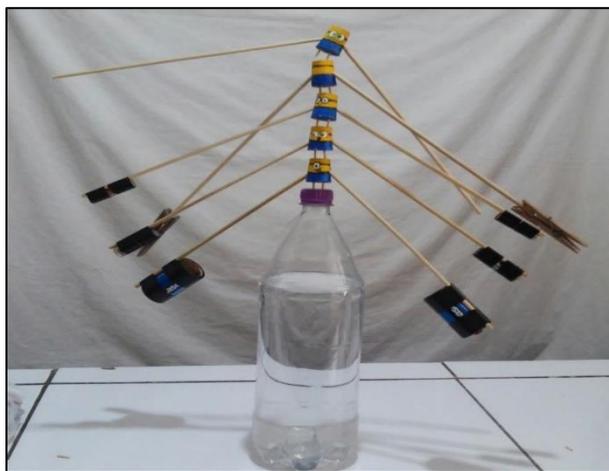
7 – A luz branca é composta por quais cores?

- A) Vermelho, verde e azul
- B) Magenta, ciano e amarelo
- C) Preto, roxo e azul
- D) Laranja, verde e amarelo

1.4 Rolhas Equilibradas

- DISCIPLINA DE ESTUDO: FÍSICA
- RAMO DA FÍSICA: MECÂNICA - ESTÁTICA DOS SÓLIDOS
- TÓPICO DE ESTUDO: EQUILÍBRIO DE CORPOS EXTENSOS

Figura 30: Rolhas equilibradas.



Fonte: Próprio autor.

1.4.1 Atividade Introdutória

Esta atividade tem como objetivo instigar a curiosidade do aluno para o fenômeno do equilíbrio dos corpos apresentando o conceito de centro de massa com um brinquedo de simples montagem. Para tanto sugerimos que o professor peça para os alunos tentarem equilibrar-se em um pé só, sem que abra os braços e depois tentem

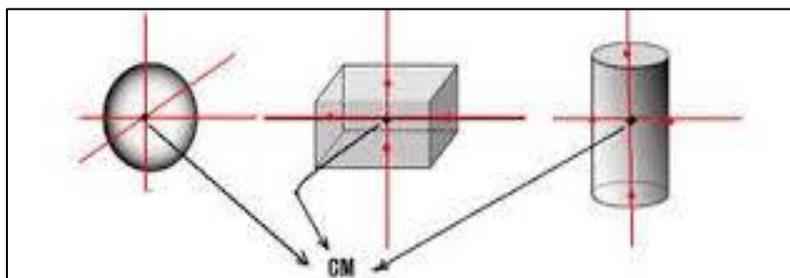
equilibrar-se com os braços abertos. Tentem equilibrar objetos como lápis, caderno, dentre outros e por fim distribua algumas rolhas apenas com as perninhas de palito de dente e peça para os alunos tentarem equilibrá-las. Faça alguns questionamentos juntamente com os alunos e depois introduza o tópico de fundamentação teórica a seguir.

1.4.2 Fundamentação Teórica

Este experimento tem como princípio teórico os conceitos de centro de massa de um corpo e equilíbrio dos corpos extensos. Antes de iniciarmos a aplicação do experimento é importante conhecermos alguns conceitos básicos que nos darão suporte no entendimento do fenômeno do equilíbrio de corpos.

O primeiro deles é o conceito de centro de massa (CM) de um corpo. Todo corpo possui massa e conseqüentemente, um centro de massa, que em um sistema físico é o ponto onde se admite concentrada, para efeito de cálculos, toda a sua massa (DOCA, BICUOLA, BÔAS, 2013). Corpos de dimensões uniformes, o CM será um ponto situado no centro geométrico, que é o encontro dos eixos de simetria desse corpo, como mostra a Figura 31.

Figura 31: Determinação geométrica do centro de massa (CM).



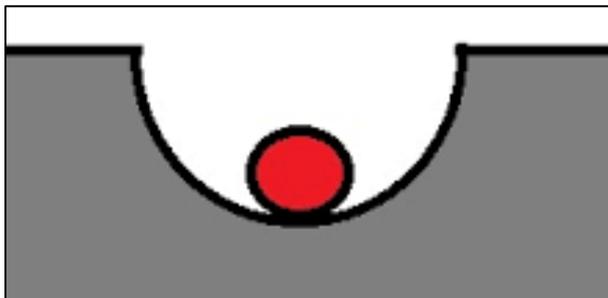
Fonte: <http://elementosdefisicauneal.blogspot.com/2011/09/estatica.html>

Se olharmos os objetos ao nosso redor, veremos várias situações que demonstram o equilíbrio dos corpos. Iremos analisar duas situações bastante comuns, um corpo apoiado sobre uma superfície e em seguida um corpo suspenso por um de seus pontos. Em ambas as situações teremos três tipos de equilíbrio, o estável, e instável e o indiferente.

I. Corpo apoiado sobre uma superfície

- **Equilíbrio estável:** quando o corpo é deslocado da posição de equilíbrio, ele tende a voltar a essa posição, como na Figura 32.

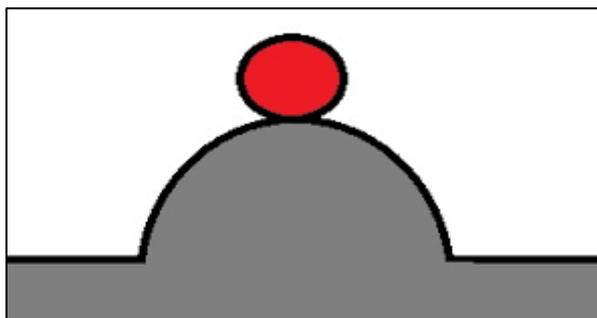
Figura 32: corpo em equilíbrio estável.



Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/equilibrio-mecanico.html>

- **Equilíbrio instável:** quando o corpo é deslocado da posição de equilíbrio, ele tende a se afastar dessa posição, como na Figura 33.

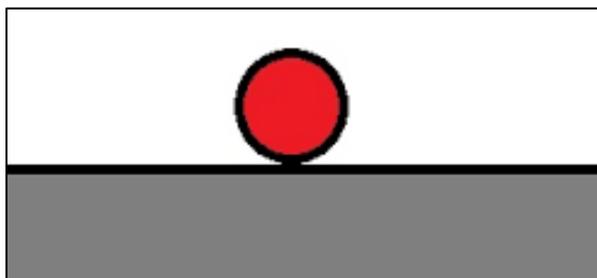
Figura 33: Corpo em equilíbrio instável.



Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/equilibrio-mecanico.html>

- **Equilíbrio indiferente:** quando o corpo é deslocado da posição de equilíbrio, ele tende a permanecer em equilíbrio na nova posição, como na Figura 34.

Figura 34: Corpo em equilíbrio indiferente.

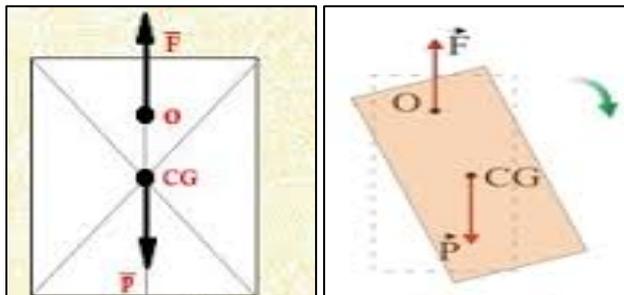


Fonte: <http://alunosonline.uol.com.br/fisica/equilibrio-mecanico.html>

II. Corpo suspenso por um de seus pontos

- **Equilíbrio estável:** quando o ponto de apoio O , o qual o corpo está suspenso, está acima do centro de massa, como na Figura 35.

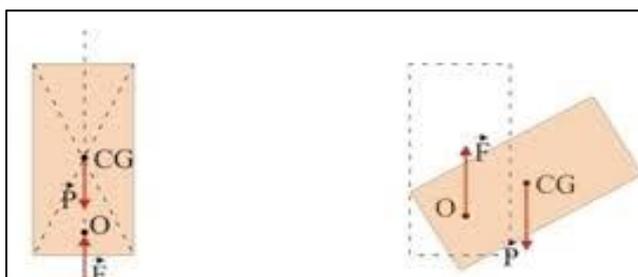
Figura 35: Corpo em equilíbrio estável.



Fonte: <http://treinadorjassemi.blogspot.com/2011/05/tipos-de-equilibrio-de-um-corpo.html>

- **Equilíbrio instável:** quando o ponto de apoio O , o qual o corpo está suspenso, está abaixo do centro de massa, como na Figura 36.

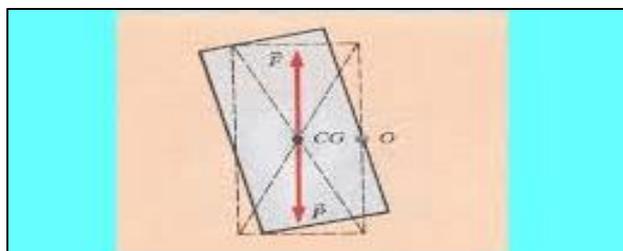
Figura 36: Corpo em equilíbrio instável.



Fonte: <http://www.infoescola.com/mecanica/tipos-de-equilibrio-de-um-corpo/>

- **Equilíbrio indiferente:** quando o ponto de apoio O , o qual o corpo está suspenso, coincide com o centro de massa, como na Figura 37.

Figura 37: Corpo em equilíbrio indiferente.

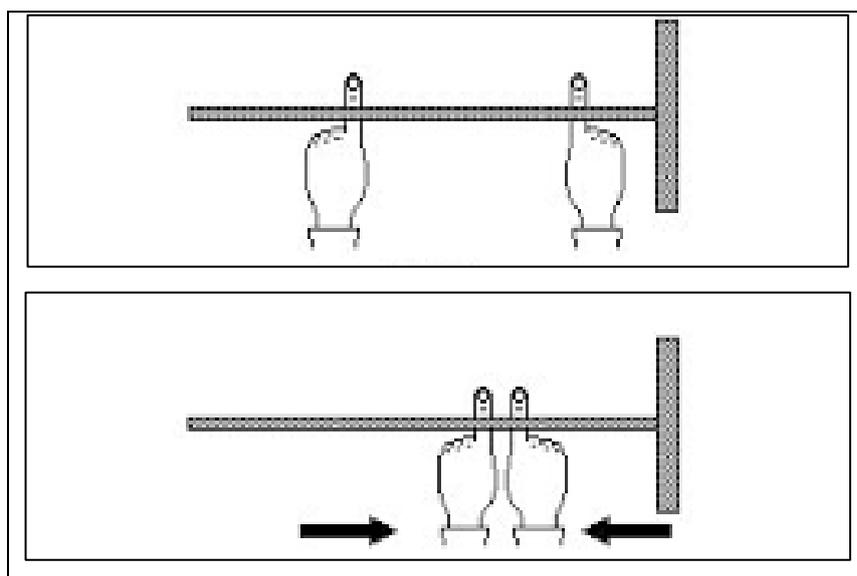


Fonte: <http://www.infoescola.com/mecanica/tipos-de-equilibrio-de-um-corpo/>

Uma maneira bastante simples de encontrarmos o ponto de equilíbrio em alguns objetos do dia a dia é tentando encontrar o seu centro de massa, pois de acordo com as

teorias acima citadas o corpo está em total equilíbrio ou equilíbrio indiferente quando o ponto de apoio está em cima do centro de massa. Podemos citar um exemplo simples, como encontrar o ponto de equilíbrio de uma vassoura, que apesar de ser um objeto de formato não homogêneo, facilmente pode-se encontrar seu centro de massa, que será o ponto de equilíbrio como mostrado nas Figuras 38.

Figura 38: Método para encontrar o ponto de equilíbrio;



Fonte: http://www.klickeducacao.com.br/simulados/simulados_mostra/0,7562,POR-11428-42-676-2001,00.html

Outro exemplo bem simples e usual é como equilibrar uma caneta, neste caso um objeto de formato mais homogêneo, portanto seu centro de massa será um ponto próximo do que corresponderá aproximadamente à metade de seu comprimento, como indicado na Figura 39.

Figura 39: Ponto de equilíbrio de uma caneta.



Fonte: http://www.klickeducacao.com.br/simulados/simulados_mostra/0,7562,POR-11428-42-676-2001,00.html

O experimento das rolas equilibradas (Figura 40) envolve toda a teoria acima citada, pois as configurações geométricas do experimento obedecem a teoria do equilíbrio dos corpos extensos.

Figura 40: Experimento das rolas equilibradas.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=lsfEB7eys5o>

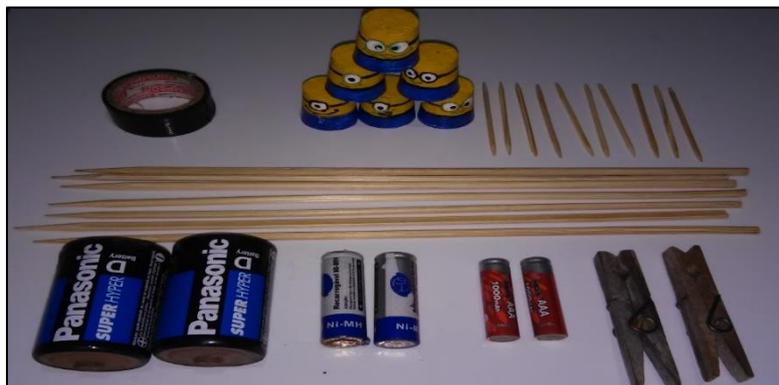
1.4.3 Lista de Materiais e Montagem

Para a montagem do experimento, é necessário alguns materiais de baixo custo que podemos encontrar facilmente. A montagem pode ser realizada pelo professor em sala de aula.

1.4.3.1 Lista de Materiais

- Rolhas de cortiça
- Palitos de churrasco
- Palitos de dente
- Fita adesiva
- Objetos de pesos diferentes (pilhas de vários tamanhos, prendedores de roupa)
- 01 garrafa PET com água (opcional).

Figura 41: Materiais para montagem das rolhas equilibristas.



Fonte: Próprio autor.

1.4.3.2 Montagem

Para iniciar a montagem do brinquedo, separe algumas rolhas de cortiça e faça alguns desenhos de personagens de sua preferência para que o processo fique mais divertido, como mostrado na Figura 42.

Figura 42: Rolhas de cortiça (Pinturas opcionais).



Fonte: Próprio autor.

Em seguida corte os palitos de dente ao meio para servir de pernas para os personagens e espete na parte inferior das rolhas, como na Figura 43.

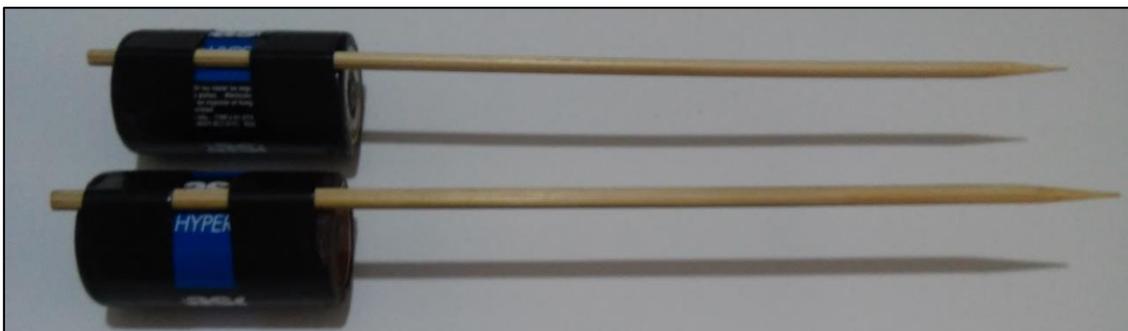
Figura 43: Preparação e instalação das pernas.



Fonte: Próprio autor.

Em seguida prenda um peso igual em dois espetos de churrasco usando a fita adesiva, como na Figura 44.

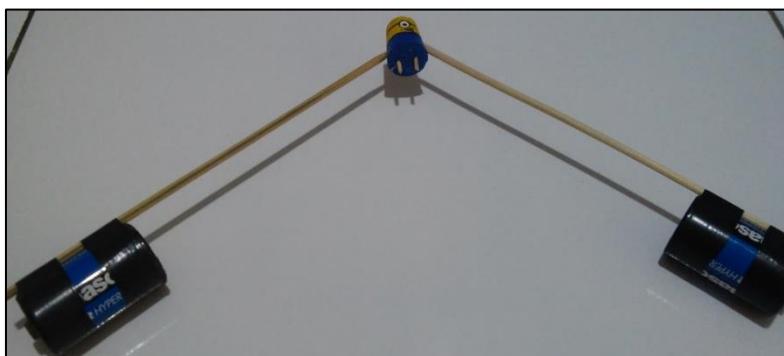
Figura 44: Pesos acoplados nos palitos.



Fonte: Próprio autor.

Espete um palito de churrasco nas laterais do personagem de maneira a formar braços ligeiramente voltados para baixo, de acordo com a Figura 45.

Figura 45: Montagem dos braços na rolha.



Fonte: Próprio autor.

Repita os procedimentos anteriores para vários personagens, mas com pesos diferentes. Como sugestão de base para o brinquedo, podemos utilizar uma garrafa PET com água para empilhar os personagens na tampa.

1.4.4 Sugestão de Roteiro do Experimento

- Primeiramente o professor poderá expor algumas situações do cotidiano em que objetos estão em situações de equilíbrio, indagando os alunos a citarem alguns exemplos de situações vividas por eles com relação ao assunto.
- Em seguida o professor realiza a explicação do fenômeno físico de forma clara e simples ou mesmo abordando a teoria (no caso de séries mais elevadas), para que os alunos assossiem a teoria aos fenômenos citados anteriormente.
- Em sequência inicia-se a aplicação do experimento começando pela situação mais simples que é tentar empilhar as rolas em cima da garrafa. É importante deixar que o aluno tente realizar o experimento e tirar suas conclusões iniciais.
- Lance desafios para o aluno empilhar o máximo possível de rolas e em sequências de pesos diferentes, faça algumas indagações sobre cada situação problema.
- Em seguida aplica-se o questionário sugerido.

1.4.5 Sugestão de Questionário

01 – Os experimentos ajudaram a entender o conceito de equilíbrio?

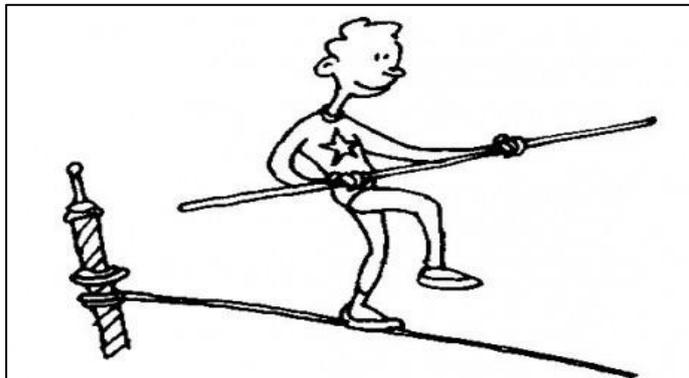
- A) Muito
- B) Pouco
- C) Mais ou menos
- D) Não ajudaram

02 – Na sua opinião, qual dos objetos abaixo é mais fácil de se manter equilibrado em cima de uma mesa?

- A) Livro em pé em uma das pontas
- B) Lápis em pé pela ponta
- C) Livro deitado
- D) Régua em pé

03 – Por que o equilibrista de circo utiliza uma vara para se equilibrar?

Figura 46: Equilibrista de circo.



Fonte: <<http://pintarimagenes.org/dibujos-de-equilibristas-de-circo-para-pintar/>>

- A) Para apoiar na corda
- B) Para fazer malabarismos
- C) Para manter regular seu centro de massa CM quando desequilibra
- D) Para apoiar no chão

04 – Em relação ao experimento realizado em sala de aula, como podemos chamar o tipo de equilíbrio das rolhas empilhadas?

- A) Corpo desequilibrado ou instável
- B) Corpo em equilíbrio ruim
- C) Corpo em movimento desequilibrado
- D) Corpo em equilíbrio ou estável

05 - Represente com desenho em que situações não foi possível equilibrar as rolhas e quais as possíveis soluções para equilibrá-las.

06 – É importante ter equilíbrio para andar de patins?

- A) Sim
- B) Não

07 – Qual das situações faz com que o skatista desequilibre e caia do skate?

Figura 47: Skatista.



Fonte: < <http://skateorias.blogspot.com.br/2010/08/teoria-do-equilibrio.html> >

- A) Quando ele abre os braços
- B) Quando ele se inclina desalinhando o seu centro de massa com a base do skate
- C) Quando ele se abaixa
- D) Quando ele não abre os braços

1.5 Paraquedas

- DISCIPLINA DE ESTUDO: FÍSICA
- RAMO DA FÍSICA: MECÂNICA - DINÂMICA
- TÓPICO DE ESTUDO: FORÇAS DE RESISTÊNCIA

Figura 48: Paraquedas.



Fonte: Próprio autor.

1.5.1 Atividade Introdutória

Esta atividade tem como objetivo esclarecer a influência da Força de resistência do ar no movimento de um paraquedas. Para tanto sugerimos que o professor utilize duas folhas de caderno, uma inteira e outra feita uma bolinha. O professor soltará ambas as folhas simultaneamente da mesma altura em relação ao chão e pedirá aos alunos que observem o comportamento das folhas ao cair. Faça alguns questionamentos juntamente com os alunos, como por exemplo, por que a folha aberta cai mais lento que a folha amassada e o que aconteceria se não houvesse ar e depois introduza o tópico de fundamentação teórica a seguir.

1.5.2 Fundamentação Teórica

O experimento estudado nesse tópico baseia-se na teoria da resistência do ar nos corpos em movimento. Primeiramente temos que compreender que resistência em Física é toda Força que se opõe ao sentido do movimento de um corpo. Um exemplo bem simples é se estivermos dentro de um carro em movimento, e colocarmos um dos braços para fora pela janela, sentiremos que o braço será empurrado no sentido contrário do movimento do carro, o que caracteriza a resistência do ar no braço.

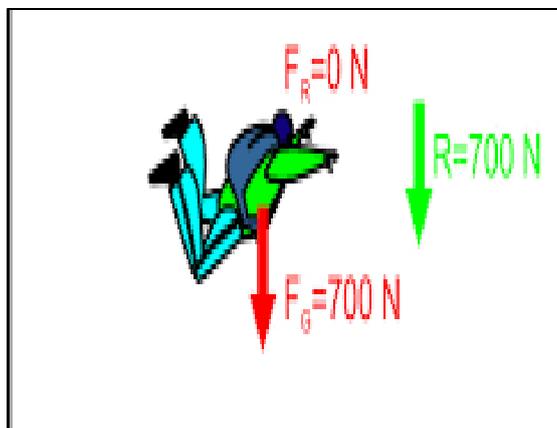
Essa força de resistência do ar depende de vários fatores, dentre eles está o formato do corpo e a área desse corpo, ou seja, quanto maior for a área do corpo, maior será a resistência do ar no mesmo.

Vale salientar que o cientista italiano Galileu Galilei(1564 – 1642) afirmou que, se não houvesse resistência do ar, todos os corpos que estivessem em queda livre ao mesmo tempo e a mesma altura chegariam juntos ao solo, independente de suas massas ou formas.

O paraquedas é um dispositivo utilizado para alterar o movimento de queda de um corpo no ar, que é acelerado, aumentando o efeito da resistência do ar devido ao seu formato e tamanho, fazendo com que o corpo atinja uma velocidade limite na queda aproximadamente constante. A Figura 49a mostra que, no início da queda, partindo do repouso na direção vertical, a Força de resistência do ar (F_R), que atua no corpo do paraquedista, é igual a zero. A Força da gravidade (F_G) é responsável pela queda que é acelerada. Na Figura 49b, quando a Força F_R atinge um valor igual a Força F_G , a Força

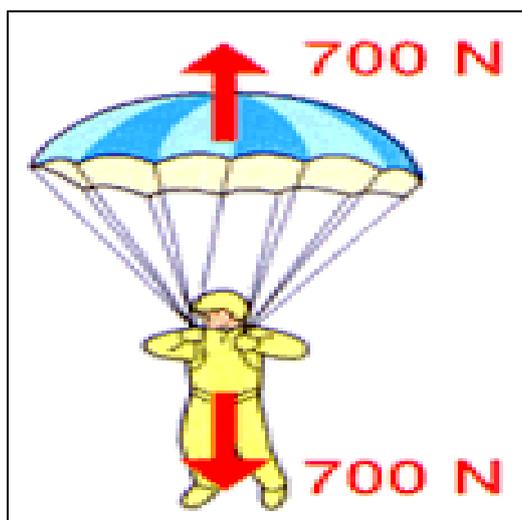
total volta a ser zero. O paraquedista volta a se mover em queda vertical, mas com velocidade constante e menor que a velocidade anterior à abertura do paraquedas.

Figura 49a: Paraquedista no início da queda.



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/22069>

Figura 49b: Após abertura do paraquedas.



Fonte: <http://www.geocities.ws/saladefisica7/funciona/paraquedas.html>

1.5.3 Lista de Materiais e Montagem

Para a montagem do experimento, é necessário alguns materiais de baixo custo que podemos encontrar facilmente. A montagem pode ser realizada pelo professor em sala de aula.

1.5.3.1 Lista de Materiais

- 01 saco de lixo de 100 litros
- Barbante
- Tesoura
- Fita adesiva

Figura 50: Material de montagem do paraquedas.



Fonte: Próprio autor.

1.5.3.2 Montagem

Primeiramente abra o saco de lixo e em seguida dobre ao meio, como mostrada nas Figuras 51a e 51b.

Figura 51a: Saco de 100 L utilizado na confecção do paraquedas.



Fonte: Próprio autor.

Figura 51b: Primeira dobra ao meio.



Fonte: Próprio autor.

Em seguida dobre novamente no sentido perpendicular à primeira dobra, como na Figura 52.

Figura 52: Segunda dobra.



Fonte: Próprio autor.

Vire o saco dobrado e dobre novamente a partir das pontas soltas, de acordo com a Figura 53.

Figura 53: Terceira dobra.



Fonte: Próprio autor.

Vire novamente o saco dobrado e faça mais uma dobra a partir das pontas soltas como se fosse fazer um avião de papel. Em seguida corte no local indicado na figura fazendo um arco de circunferência, como indicado na Figura 54.

Figura 54: Quarta dobra e corte semicircular.



Fonte: Próprio autor.

Após o corte abra o saco e ele já ficará no formato do paraquedas, como na Figura 55.

Figura 55: Formato do paraquedas após o corte.



Fonte: Próprio autor.

Em seguida faça pequenos furos nas oito bordas e passe os barbantes. Reforce o local dos furos com fita adesiva e em seguida junte as pontas dos barbantes e dê um nó deixando uma pequena sobra para amarrar o objeto a ser lançado, como mostra a Figura 56.

Figura 56: Paraquedas finalizado.



Fonte: Próprio autor.

1.5.4 Sugestão de Roteiro do Experimento

- Primeiramente o professor poderá expor algumas situações do cotidiano em que objetos estão à resistência do ar, indagando os alunos a citarem alguns exemplos de situações vividas por eles com relação ao assunto.
- Em seguida o professor realiza a explicação do fenômeno físico de forma clara e simples ou mesmo abordando a teoria (no caso de séries mais elevadas), para que os alunos associem a teoria aos fenômenos citados anteriormente.
- Em sequência inicia-se a aplicação do experimento começando pela situação mais simples que é arremessar o objeto para cima sem o paraquedas e em seguida com o paraquedas. É importante deixar que o aluno tente realizar o experimento e tirar suas conclusões iniciais.
- Lance desafios para o aluno lançar objetos de pesos diferentes, faça algumas indagações sobre cada situação problema, como por exemplo, se o objeto de maior peso caiu mais rápido que o de menor peso e porquê ou o que aconteceria se o paraquedas fosse bem maior?
- Em seguida aplica-se o questionário sugerido.

1.5.5 Sugestão de Questionário

01 – O experimento ajudou a entender o conceito de resistência do ar?

- A) Muito
- B) Pouco
- C) Mais ou menos
- D) Não ajudou em nada

02 – A força de resistência do ar aumenta ou diminui a velocidade de queda do objeto?

- A) Aumenta a velocidade de queda
- B) Diminui a velocidade de queda
- C) A velocidade continua a mesma

03 – Se você soltar ao mesmo tempo, uma pena e um livro, da mesma altura na presença do ar, qual deles vai chegar primeiro ao chão?

- A) A pena
- B) Os dois chegam ao mesmo tempo
- C) O livro

04 – Marque a opção em que o objeto em queda sofre maior resistência do ar.

- A) uma esfera (bila)
- B) uma folha de caderno aberta
- C) uma bola de folha de papel
- D) um lápis

05 – Porque o formato das asas dos aviões ajudam ele a voar?

- A) O avião bate as asas para voar como um pássaro
- B) A velocidade do avião faz o ar empurrar o avião para cima
- C) A velocidade do avião faz o ar empurrar o avião para baixo

06 – Escreva ou represente por um desenho todo o experimento realizado com o brinquedo paraquedas de acordo com o que foi explicado pela professora.

07 – Você gostou da aula de hoje?

A) Sim

B) Não

08 – Você acha o conceito de resistência do ar é:

A) Fácil de aprender

B) Difícil de aprender

C) Muito difícil de aprender