

**MANUAL DE  
DEMONSTRAÇÕES EXPERIMENTAIS SIMPLES PARA  
AULAS DE FÍSICA**

**BÁRBARA NICELLE M. FARIAS  
ORIENTADORA: JUSCIANE DA C. E SILVA  
UFERSA - 2019**

**BÁRBARA NICELLE M. FARIAS**  
**ORIENTADORA: JUSCIANE DA C. E SILVA**  
**UFERSA - 2019**

## SUMÁRIO

<u>INTRODUÇÃO</u> .....	4
<u>CINEMÁTICA E DINÂMICA</u>	
A CIÊNCIA DAS MEDIDAS.....	6
VELOCIDADE E TRAJETÓRIA.....	9
QUEDA DOS CORPOS.....	13
1ª E 2ª LEIS DE NEWTON: A INÉRCIA E O PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA.....	15
3ª LEI DE NEWTON: AÇÃO E REAÇÃO.....	18
LATA ENERGÉTICA.....	21
MOMENTUM COM BOLAS.....	24
<u>HIDROSTÁTICA</u>	
OVO FLUTUANTE.....	27
GARRAFA FURADA.....	30
<u>TERMOLOGIA E TERMODINÂMICA</u>	
TERMÔMETRO CASEIRO.....	33
DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA.....	37
LÂMINA BIMETÁLICA.....	40

**BEXIGA DENTRO DA GARRAFA.....43**

**ONDAS**

**VIBRAÇÃO DAS ONDAS.....46**

**COPOS MUSICAIS.....48**

**ÓPTICA GEOMÉTRICA**

**CÂMERA ESCURA DE ORIFÍCIO.....50**

**ESPELHOS PLANOS.....53**

**ESPELHOS ESFÉRICOS.....55**

**ELETROMAGNETISMO**

**CABO DE GUERRA ELETROSTÁTICO.....58**

**CAMPO MAGNÉTICO.....61**

**LISTA DE IMAGENS.....63**

**REFERÊNCIAS.....67**

## INTRODUÇÃO

### Apresentação

Este manual contém 20 demonstrações experimentais simples de fenômenos físicos usando materiais encontrados facilmente em sua casa ou no laboratório da escola, capazes de transformar uma aula de Física meramente expositiva em algo mais interessante e motivador para você, professor, e seu aluno, instigando a curiosidade e estreitando os laços entre conteúdo e realidade, além de deixar a aula mais dinâmica.

É comum encontrar cada vez menos alunos encantados pela Física. A aula tradicional não os entusiasma mais, com seus fenômenos físicos apenas vistos nos livros didáticos ou contados pelo professor. Mesmo as aulas práticas no laboratório se tornam pouco atraentes quando são realizadas de forma mecânica e, muitas vezes, com materiais que só serão vistos pelo aluno naquele momento. Sem falar que aulas em laboratório ou de campo, apesar de importantíssimas no processo de ensino e aprendizagem, requerem bastante tempo e planejamento, o que as tornam raras durante o ano letivo. Uma aula sem novidade não desperta a atenção dos alunos. O desafio é fazer com que a maioria das aulas tenham algum fator motivante que desperte a curiosidade dos alunos diariamente.

A *Teoria dos Campos Conceituais* de Vergnaud fala sobre o quanto é preciso ensinar ciências mostrando ao aluno o maior número de *situações* possíveis em que ele pode detectar um conceito, para que este realmente faça parte de seu acervo de conhecimentos. Dessa forma, buscamos a realização de uma aprendizagem significativa, definida por Ausubel.

Uma pesquisa feita em várias escolas da cidade de Aracati, Ceará, mostrou que grande parte dos alunos não gosta de física, pois não sabem a relação que certos fenômenos têm com o dia-a-dia. Outros disseram que até gostam, mas acham as aulas entediantes e é difícil compreender muitos conceitos. Sem falar que a maioria declarou que as aulas de Física das quais mais gostaram foram aulas que envolviam experimentos e práticas, ou como dizem, "*as aulas diferentes*". Mas esta não é uma realidade apenas nesta cidade do Ceará, mas sim de várias outras pelo país, pelo menos é o que mostram outras pesquisas.

Apesar das declarações dos alunos e dos resultados de várias pesquisas é sabido que muitas escolas não dispõem de laboratórios de ciências ou não têm materiais suficientes para realizá-los. Além disso, os professores dificilmente têm tempo para planejarem suas aulas experimentais ou tempo pedagógico em sala para aplicá-las devido à quantidade demasiada de conteúdos no currículo para poucas aulas semanais. Pensando nessa problemática, este manual tem como objetivo ajudar no seu desafio diário com professor de Física, trazendo 20 *ideias* para demonstrações que podem alçar sua aula de Física.

### Para que serve o manual

Este manual organiza experimentos simples para demonstrações que podem ser realizadas pelo professor e por seus alunos (se preferir fazer junto a eles) em sala de aula

durante a exposição do conteúdo. A demonstração em sala de aula aumenta a curiosidade e motiva o aluno a compreender os fenômenos e conceitos abordados, sem contar que deixa a aula mais interessante e animada.

Nesta modalidade (experimentos de demonstração) não são necessários relatórios ou procedimentos formais, pois tudo é feito apenas como demonstração para o assunto abordado, de forma que você expõe o conteúdo a sua maneira junto com a demonstração correspondente.

Por se tratar de uma demonstração, os alunos não precisam necessariamente realizar o experimento junto a você (a não ser que assim deseje), eles podem simplesmente observá-lo acompanhando a explicação do professor. Porém a participação dos alunos será indispensável no momento de análise e questionamentos da demonstração.

É importante salientar que a demonstração não substitui o aprendizado e os benefícios educacionais no processo de ensino e aprendizagem que as aulas práticas e experimentais no laboratório podem proporcionar. As demonstrações servem como suporte para as aulas expositivas de Física ou para aquele momento de estudo domiciliar do aluno.

### **Como usar o manual**

As demonstrações deste manual são constituídas com os objetivos esperados para aquele experimento, a fundamentação teórica para o determinado assunto, os materiais utilizados (sempre muito simples e de fácil acesso) e as propostas de uso em sala de aula contando com alguns questionamentos que podem ser abordados pelo professor. As demonstrações estão dispostas por conteúdo, assim você poderá encontrá-las facilmente pelo assunto desejado, utilizando o sumário.

Aqui não serão encontrados planos de aula ou sequências didáticas, pois a proposta é algo para somar ao que você já realiza. Portanto o plano de aula será seu, podendo ser aquele que sempre usou para determinado assunto, mas agora integrando uma demonstração.

Em algumas demonstrações é sugerido o momento em que ficaria melhor apresentá-la na sua aula, por exemplo: antes da explicação do assunto (para instigar a curiosidade), durante a explicação ou após o término da explicação do conteúdo (como forma de verificar ou fixar o mesmo). Mas a escolha é sua, de como irá utilizar a demonstração.

Faça bom proveito do material e bom planejamento de aula.

## A CIÊNCIA DAS MEDIDAS

Conteúdo: Introdução à Física  
Assunto: Grandezas e Unidades

### OBJETIVOS:

- 1) Conhecer e identificar algumas grandezas e unidades;
- 2) Demonstrar a transformação de unidade de tempo e comprimento.

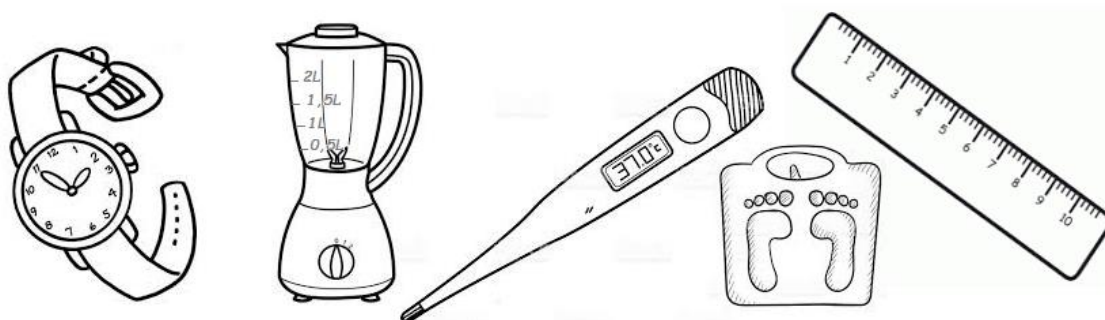


Figura 1: representação de alguns aparelhos que podem ser utilizados para fazer medidas (relógio, copo do liquidificador, termômetro, balança e régua, respectivamente).

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

A física é responsável por estudar os fenômenos da natureza e por medi-los. São "grandezas" físicas tudo aquilo que se pode medir. Chama-se de "unidade de medida" uma quantidade (unitária) de certa grandeza, que será padrão para outras medidas da mesma grandeza. As medidas podem ser feitas usando aparelhos específicos, bem como, por vários aparelhos ao nosso redor, como os da figura 1.

### MATERIAL UTILIZADO:

- Réguas;
- Trenas;
- Relógios;
- Balança;
- Termômetro;
- Copo de liquidificador (para medir volume);
- Voltímetro (para medir voltagem);
- Dentre outros instrumentos que possam medir alguma grandeza

que você possua em casa ou tenha  
no laboratório da escola.

Obs: Use o máximo de instrumentos de medição que tiver disponível em sua casa ou no laboratório da escola.

### PROPOSTA DE USO:

- Deixe a turma, de preferência, em um semicírculo para melhor visualização da aula;
- Diferencie e explique o que são grandezas e unidades, assim como os diferentes aparelhos que realizam tais medições podem exigir o uso de diferentes unidades;
- Com estes materiais faça a demonstração de medidas (usando cada item levado para sala de aula). Ex: coloque uma quantidade de água no copo do liquidificador e mostre que a grandeza que pode ser medida naquele recipiente é o volume (V) e que a unidade dessa grandeza pode ser dada em mililitros (ml) ou o litro (L), por exemplo. Use a balança para medir a massa de um dos alunos ou de um livro e explique que a grandeza medida neste caso é a massa (m) e a unidade pode ser o quilograma (kg) ou grama (g). Use os demais objetos que tenha levado para sala da mesma forma.
- Com a fita métrica (ou trena), meça a altura de algum aluno da classe como na figura

2;



Figura 2: A professora faz a medida da altura do aluno com uma trena.

- **ATENÇÃO:** Peça para que os alunos anotem no caderno os valores e as unidades das medidas realizadas na demonstração;



- Explique sobre as transformações de unidades. Ex: de quilômetro (km) para metro (m) e de metro para centímetro ou polegadas; de minutos em horas ou em segundos, de litro (L) para mililitro (ml), enfim, use algumas das unidades das grandezas utilizadas na demonstração;

DICA: apresente as relações métricas, múltiplos e submúltiplos do metro.

- Use uma tabela do SI para mostrá-los as Unidades do Sistema Internacional de Unidades. Pode ser feita no quadro, usando as grandezas demonstradas em aula e algumas outras, como por exemplo na Tabela 1;

GRANDEZA	UNIDADE	SÍMBOLO
Comprimento	Metro	m
Tempo	Segundo	s
Volume	metro cúbico	m <sup>3</sup>
Massa	Quilograma	kg
Temperatura	Kelvin	K

Tabela 1: Sistema Internacional de Unidades

- Pergunte aos alunos:
  - Qual a altura do colega de vocês em centímetros? E em polegadas?
  - Qual o valor do volume do líquido colocado no liquidificador? Qual seria esse volume em outra unidade?  
 R = Caso a unidade utilizada tenha sido o litro, peça para que transformem em mililitro. Caso tenha sido o mililitro, peça para que transformem em litro.
  - Qual o tempo da aula de Física?  
 R = 50 minutos ou 1 hora e 40 minutos, por exemplo.
  - Como seria o tempo dessa aula em unidades do SI?  
 R = (por exemplo)  
 50 minutos = 50 x 60segundos = 3000 segundos.  
 1 hora e 40 minutos = 60min + 40min = 100min = 100 x 60segundos = 6000segundos
  - Qual a massa do livro colocado na balança? Caso esteja em quilogramas, quanto seria em gramas? Caso esteja em gramas, quanto seria em quilogramas?
  - A quantos quilômetros a escola está de sua casa? Quanto seria isso em metros?

## VELOCIDADE E TRAJETÓRIA

Conteúdo: Movimento Uniforme  
Assunto: Velocidade e a função horária

### OBJETIVO:

- 1) Demonstrar o conceito de velocidade média e sua relação com tempo e o espaço;
- 2) Fazer conversões das unidades de velocidade.



Figura 1: Ao andar de bicicleta, a velocidade mante-se praticamente constante.

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

O Movimento Uniforme (MU) é o movimento cujo módulo da velocidade se mantém constante. Percebemos o MU, por exemplo, no movimento de um elevador, da escada rolante, ou mesmo ao andar de bicicleta, como na figura 1, pois a velocidade mantem-se praticamente a mesma. Na partida de um carro, ou em sua frenagem, os movimentos não são uniformes, pois necessitaram de uma mudança na velocidade.

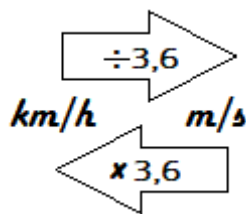
A trajetória de um movimento é o caminho percorrido pelo móvel ao se deslocar. Chamaremos de posição ( $S$ ) cada ponto dessa trajetória. Quando o móvel vai de uma posição para outra, a variação dessa posição é interpretada como *deslocamento* ( $\Delta S$ ), ou seja, o deslocamento é dado pela diferença entre a posição final ( $S_F$ ) e a posição inicial ( $S_I$ ). Neste caso será considerada as direções e sentidos do movimento, logo se um móvel sai de uma posição A e retorna para a mesma posição no final, ele não terá sofrido um "deslocamento" no final das contas, pois o  $S_F = S_I$ . A "velocidade média" de um corpo é dada pela razão entre o seu deslocamento e o tempo gasto no percurso. A relação entre essas duas grandezas é dada pela equação (eq.1):

$$v = \frac{\text{Deslocamento}(\Delta S)}{\text{Tempo}(\Delta t)} \quad (\text{eq.1})$$

Em algumas situações, o cálculo dessa velocidade é feito sem considerar as direções e sentidos do movimento, levando-se em conta apenas a "distância percorrida" pelo móvel. Por exemplo, se você anda de bicicleta em uma praça circular e deseja medir sua velocidade em uma volta completa, você não vai levar em consideração o "deslocamento", pois sua velocidade será **zero**, já que sua posição final será igual à inicial. Neste caso você usará a "distância percorrida" em uma volta. Portanto, a velocidade pode ser interpretada como uma "taxa de distâncias pelo tempo" (eq.2):

$$v = \frac{\text{distância percorrida}}{\text{intervalo de tempo}} \quad (\text{eq.2})$$

As unidades de velocidade serão adotadas de acordo com as unidades utilizadas para o espaço e tempo em cada situação. No SI, a unidade adotada será o  $m/s$ , enquanto no dia-a-dia é mais comum a unidade  $Km/h$ . Para se converter de  $m/s$  em  $Km/h$ , ou vice e versa, pode-se utilizar um método simples, observado abaixo:



#### Por exemplo:

Para transformar  $90km/h$  em  $m/s$ , basta dividir  $90$  por  $3,6$ . Logo  $90km/h = 25m/s$ .

#### MATERIAL UTILIZADO:

- Uma trena (ou várias);
- Uma bicicleta (pode ser pedida à um aluno no momento da aula);
- Um cronômetro (pode ser o usado o cronômetro do celular).

#### PROPOSTA DE USO:

- Divida a turma em trios e garanta que cada grupo possua o formulário 1 (anexo no final dessa demonstração), copiado ou uma cópia entregue com antecedência;

- Após concluir os conceitos de velocidade média e conversão de unidade de velocidade, leve a turma para um ambiente espaçoso da escola (Ex: A quadra esportiva) e divida-a em trios;
- Neste local o professor divide e determina quais as trajetórias cada grupo deve percorrer e como irá percorrer. Por exemplo: a equipe 1 deve usar a trajetória retangular em volta da quadra e deve percorrê-la de bicicleta; a equipe 2 deve usar o círculo central da quadra como trajetória e deve percorrê-lo pulando com uma perna; etc.;
- Cada grupo deverá preencher o formulário com as informações pedidas, tais como: desenho e distância da sua trajetória;
- Cada integrante do grupo fará o percurso uma vez anotando os devidos intervalos de tempo na tabela 1 do formulário.
- Calcule a velocidade média de cada integrante do grupo e anote na tabela 2;
- Preencha os outros dados do formulário.
- Questione-os:
  - Qual a equipe que desempenhou a maior velocidade?
  - O deslocamento realizado na sua trajetória é igual a distância percorrida? Explique.  
*R = No caso das equipes que utilizaram uma trajetória circular ou retangular, por exemplo, na qual os integrantes terminavam o percurso onde haviam iniciado, o deslocamento seria igual a **zero**. Mas nos casos, onde os integrantes iniciavam num ponto da trajetória e finalizava em outro ponto (posição), o deslocamento seria diferente de zero, podendo ser igual a distância percorrida.*
  - Para calcular a velocidade dos integrantes da sua equipe foi utilizado a fórmula da velocidade com o conceito de "deslocamento" ou de "distância percorrida"? Por quê?  
*R = Distância percorrida, pelo mesmo motivo explicado anteriormente.*

ANEXO 1:

FORMULÁRIO DA VELOCIDADE

1- Desenhe a trajetória do seu grupo (ex.: linha reta, círculo, retângulo, etc.):

---

---

2- Qual a distância (tamanho) dessa trajetória? (Use uma trena)

---

---

3- Escolha 3 integrantes do seu grupo para percorrer a trajetória da forma indicada pelo professor.

4- Marque o tempo em segundos que cada colega gastou e escreva-os na tabela 1 abaixo:

T1 (s)	T2 (s)	T3 (s)

5- Calcule a velocidade de cada colega e escreva na tabela 2 abaixo: (Use:  $V = S/t$ )

V1 (m/s)	V2 (m/s)	V3 (m/s)

6- Faça a média aritmética das velocidades obtidas:

---

---

7- Qual o valor dessa velocidade em Km/h?

---

---

## QUEDA DOS CORPOS

Conteúdo: Mecânica  
Assunto: Movimento Vertical

### OBJETIVO:

- 1) Identificar as características de um movimento de queda livre;
- 2) Compreender quais os fatores de uma queda livre influenciam na rapidez da descida.

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

O movimento de **queda livre** é aquele no qual o corpo é *abandonado* - inicialmente está em repouso - de uma certa altura em relação ao solo. A força que atua neste corpo é a força da gravidade, ou seja, o **peso do corpo**. Neste movimento é necessário desprezar as forças de resistência.



Figura 1: paraquedistas em queda livre

É muito comum as pessoas presenciarem situações com queda de corpos. E por ser algo tão corriqueiro que todos fazem análises intuitivas a respeito desse movimento. Mas foi Galileu quem realizou simples experimentos, porém, com um olhar mais crítico, que mudaram esse pensamento intuitivo sobre a **queda de corpos**. Ao abandonar, do alto de uma torre, duas pedras de tamanhos e massas bem diferentes (uma leve e outra bem mais pesada) simultaneamente, ele verificou que as duas atingiam o solo ao mesmo tempo. Usando outros materiais, Galileu percebeu que alguns sofriam uma pequena diferença de tempo de descida em relação a outros, mas que não havia relação com seu *peso*, e sim com o formato e conseqüentemente com a influência da resistência do ar. Por exemplo, um paraquedista com seu paraquedas aberto ou fechado (figura 1) possuem a mesma massa, porém, ao abrir o paraquedas a velocidade de descida diminui bastante.

### MATERIAL UTILIZADO:

- Folha de papel;
- Livro.

PROPOSTA DE USO:

- Deixe cair um livro e uma folha de papel simultaneamente da mesma altura. Verifique qual desses objetos atinge o solo primeiro;
- Questione os alunos:
  - Por que isso aconteceu?  
*R = Provavelmente os alunos iram responder que o livro caiu primeiro por ser mais pesado.*
- Coloque a folha de papel sobre o livro e deixe-os cair novamente e questione-os:
  - Como podemos explicar isso (os dois caíram simultaneamente)?  
*R = Escute as respostas. Alguns alunos poderão começar a compreender o fenômeno.*
- Agora, amasse o papel até moldá-lo em uma bola bem apertada e, novamente, deixe-o cair junto com o livro, como mostra a figura 2. Em seguida questione os alunos:
  - Como podemos explicar isso (os dois caíram simultaneamente)?  
*R = Escute as respostas. Alguns alunos poderão começar a compreender o fenômeno.*
  - Vocês notaram quais os fatores que influenciam no tempo da queda dos corpos?  
*R = Formato do objeto e a resistência do ar.*
  - Em que condições esses fatores não influenciariam no tempo de queda de um corpo?  
*R = No vácuo.*



Figura 2: O livro e a bolinha de papel são abandonados simultaneamente.

## 1ª E 2ª LEIS DE NEWTON: INÉRCIA E O PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA

Conteúdo: Mecânica  
Assunto: Leis de Newton

### OBJETIVO:

- 3) Demonstrar a 1ª lei de Newton;
- 4) Demonstrar a 2ª lei de Newton.

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

As leis de Newton fundamentam os estudos do comportamento estático e dinâmico dos corpos materiais. São três: *O princípio fundamental da Inércia; O princípio fundamental da dinâmica; e o princípio da Ação e Reação.* A primeira lei, conhecida como Lei da Inércia, pode ser enunciada da seguinte forma:

*"Quando a resultante das forças que atuam sobre um corpo for nula, esse corpo permanecerá em repouso ou em movimento retilíneo uniforme"*

Nessa lei, Newton explica que os corpos tendem a permanecer em um estado

"natural" infinitamente, até que uma força resultante não nula atue nesse corpo forçando-o a mudar esse estado. O estado "natural" é denominado *estado inercial*, podendo ser o *repouso* ou o *movimento retilíneo e uniforme (MRUV)*.



Figura 1: Demonstração da 1ª Lei de Newton.

A 2ª lei de Newton diz que a Força é sempre diretamente proporcional ao produto da aceleração de um corpo pela sua massa, ou seja:

$$F = m \cdot a \quad (\text{eq.1})$$

Onde:



$F$  = é força resultante de todas as forças que agem sobre o corpo;

$m$  = é a massa do corpo a qual as forças atuam;

$a$  = é a aceleração adquirida.

A unidade de força, no sistema internacional, é o N (Newton), que equivale a  $\text{kg.m/s}^2$  (quilograma metro por segundo ao quadrado).

Quando aplicamos uma mesma força em dois corpos de massas diferentes observamos que elas não produzem aceleração igual. Por exemplo na figura 2, se o homem não estivesse dentro do carro a força que a mulher e o menino exercem sobre ele causaria uma aceleração maior.



Figura 2: A força resultante do garoto e da mãe empurrando o carro.

#### MATERIAL UTILIZADO:

- Uma garrafa cheia de água;
- Um pano de prato.
- Uma cadeira com rodinhas;
- 2 alunos (com "pesos" bem diferentes);
- 1 aluno para empurrar.

#### PROPOSTA DE USO:

- A primeira demonstração deve ser feita antes da explicação das Leis, instigando a curiosidade do aluno;
- Coloque o pano esticado sobre a mesa e a garrafa sobre o pano como mostra a figura 1;
- Peça para que os alunos observem atentamente e puxe o pano rapidamente;
- A garrafa não sairá do lugar onde foi colocada mesmo com a retirada do pano;
- Questione os seus alunos sobre: (as respostas podem estar erradas, mas deixe-os comentar o que acham. Durante a explicação na sua aula use o exemplo da demonstração e pós a explicação faça comparações e refaça as perguntas);
  - Por que a garrafa não saiu do canto?  
 $R =$  (as respostas dadas pelos alunos podem ser diversas) *Inércia.*
  - Se a garrafa estivesse vazia, o resultado seria o mesmo?

*R = Poderá sim, porém a garrafa vazia exerce menos força sobre a mesa, e assim terá menos atrito, o que faz com que ela reaja a forças menores, podendo mexer-se com mais facilidade.*

- Onde mais percebemos algo parecido no cotidiano?

*R = Exemplo: arrancadas de carro, moto, etc., onde ao partir nosso corpo tende a permanecer em repouso e temos a sensação de que fomos puxados para trás.*

- Após a demonstração e a exposição da Lei da Inércia, use exemplos que demonstrem que um corpo em movimento tende a permanecer em movimento retilíneo uniforme como na figura 3, ou quando o carro freia e nosso corpo é lançado para frente, daí a importância do uso do cinto de segurança.



Figura 3: Quando o cavalo breca o homem é lançado para frente.

- A segunda demonstração deve ser feita após a explicação da segunda lei de Newton;
- Peça para que o aluno menor sente na cadeira de rodinhas;
- Um dos alunos empurrará a cadeira;
- Coloque a cadeira no mesmo local e peça para que o aluno maior se sente nela;
- Novamente, o mesmo aluno deverá empurrar a cadeira tentando fazer com que ela chegue ao mesmo local da primeira;
- Questione os seus alunos sobre:
  - Em qual das situações ele precisou exercer mais força? Por quê?  
*R = Na segunda, pois quanto mais massa, maior a força.*
  - Se a força exercida tivesse sido igual, qual das duas situações aumentaria a velocidade mais rápido, ou seja, em qual das situações haveria maior aceleração?  
*R = Na primeira, pois quanto menor a massa, sendo a mesma força, maior a aceleração.*

Obs: Se poder utilizar duas cadeiras de rodinhas ao mesmo tempo, peça para que os alunos sejam empurrados ao mesmo tempo.

## 3ª LEI DE NEWTON: AÇÃO E REAÇÃO

Conteúdo: Mecânica  
Assunto: Leis de Newton

### OBJETIVO:

Demonstrar a aplicação da 3ª lei de Newton.



Figura 1: Carrinho movido a ação e reação.

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

Toda força (ação) que atua sobre um corpo, faz surgir uma outra força (reação) com a mesma intensidade e direção, porém em sentido contrário. Essas forças não se anulam, ou seja, não se equilibram, pois são aplicadas em corpos diferentes. Por exemplo, com se pode ver na figura 2, o jatinho empurra o ar para trás e o ar empurra o jatinho para frente.



Figura 2: O jatinho empurra o ar para trás com o motor e o ar empurra o jatinho para frente como reação.

### MATERIAL:

- 5 tampas de garrafa;
- 2 canudos;
- 2 canetas;
- Cola quente ou cola branca;
- Papelão;
- Fita adesiva;
- Balão;
- Elástico.

Obs: Esta demonstração pode ser realizada junto com os alunos. Neste caso, cada aluno (ou grupos) traz o material para sala, acompanhando a montagem junto com o professor.

### MONTAGEM:

1. Retire o tubinho interno das canetas (parte que fica a tinta), eles serão os eixos das rodas do carrinho;
2. Corte os canudos de forma que fiquem menores que tubinho da caneta em 4 cm, eles serão os suportes dos eixos;
3. Coloque cada tubinho dentro de um canudo, de forma que fique 2 cm para cada lado;
4. Recorte um chassi para o carrinho com papelão, e envolva com fita adesiva para não rasgar. Faça-o com uma largura de uns 2 cm menor que o tamanho do canudo, e fixe os suportes das rodas (canudos) no chassi com a fita, como mostra a figura 3;



Figura 3: Chassi de papelão envolvido com fita adesiva e suportes fixados.

5. Faça um pequeno furo no centro de 4 das tampas de garrafa e encaixe o eixo. Se achar necessário fixe-as com cola;
6. Cole a outra tampa no chassi, como na figura 4;



Figura 4: Tampa para apoiar o balão colada.

7. Usando um dos tubos externos da caneta, encaixe a boca do balão na ponta do tubo e fixe-o com o elástico, como na figura 5;



Figura 5: chassi de papelão envolvido com fita adesiva e eixos fixados.

8. Cole a outra extremidade do tubo da caneta na tampa de modo que fique uma parte para fora do carrinho, como mostra o carrinho pronto na figura 1;

#### PROPOSTA DE USO:

- Encha o balão, assoprando pelo tubo da caneta;
- Pergunte aos seus alunos:
  - Após soltar o carrinho, ele irá andar?
  - Para qual direção? Por quê?
- Solte-o e veja que ele se moverá.
- Questione os alunos sobre:
  - O que fez o carrinho se mover nesta direção?  
*R = O carrinho se moveu para o lado em que se encontra o balão, pois o ar que é lançado pelo tubo da caneta exerce uma força contrária, empurrando o carrinho para frente*

## LATA ENERGÉTICA

Conteúdo: Mecânica

Assunto: Conservação da Energia Mecânica

### OBJETIVO:

5) Identificar um sistema de armazenamento de energia mecânica.



Figura 1: Carrinho de fricção movido a transformação da energia elástica em cinética.

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

Num sistema isolado a soma das energias potencial e cinética dos corpos que o compõem são conservadas, já que toda a energia existente está se transformando de uma modalidade em outra, como ocorre nos carrinhos de fricção (figura 1), onde a energia elástica é acumulada e transformada em energia cinética. Essa soma das energias do sistema isolado é chamada de *energia mecânica* ( $E_{mec}$ ). Sendo assim, num sistema isolado, onde apenas forças conservativas causam variações de energia, a energia cinética e a potencial podem variar, mas sua soma, a energia mecânica  $E_{mec}$  do sistema, não variam".

### MATERIAL UTILIZADO:

- Uma lata com tampa;
- Um elástico (do tipo comum de borracha);
- Um parafuso grosso e bastante pesado, com porca, ou qualquer objeto pequeno e pesado;
- Dois palitos de fósforo;
- Fita adesiva.

### MONTAGEM:

1. Faça um furo bem no meio da tampa da lata e outro no fundo.
2. Rosqueie a porca por completo no parafuso, caso use o parafuso;
3. Faça um laço no meio do elástico e prenda o "pé" do parafuso nesse laço, como mostra a figura 2. Caso use um outro objeto pesado, prenda-o de forma que fique pendurado como o parafuso da figura 2. A intenção é deixar um objeto de peso razoável pendurado no centro da lata pelo elástico.
4. Passe uma extremidade do elástico em um dos furos da lata e a outra extremidade no outro furo e prenda o elástico com os palitos de fósforo, ficando o parafuso com a porca no centro da lata, como na figura 2.
5. Prenda os palitos de fósforo com a fita adesiva.

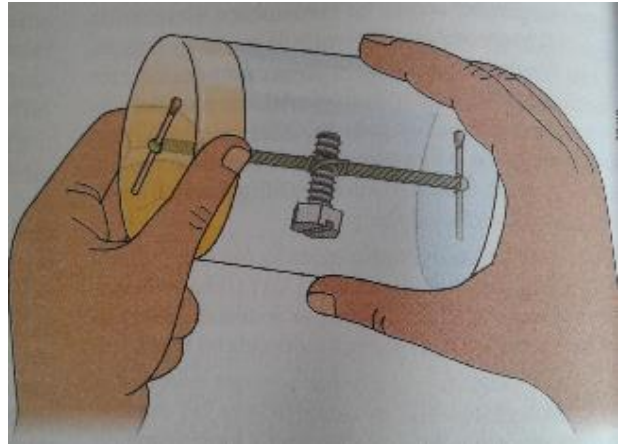


Figura 2: interior da lata com o parafuso preso no elástico

### PROPOSTA DE USO:

- Coloque a lata em uma superfície horizontal e empurre-a, para que role;
- Observe o que acontece e questione os alunos:
  - Por que isso aconteceu?  
*R = As respostas podem ser variadas (dependerá do momento de realização da demonstração, se antes, depois ou durante a explicação do conteúdo. A lata voltará, pois ao rolar para frente, o peso do parafuso faz com que ele permaneça voltado para baixo, assim, o elástico enrola e acumula energia elástica. Quando a lata para de rolar para frente o elástico voltará para sua posição de equilíbrio (desenrolará) fazendo com que a lata role de volta para trás.*
  - Quais os tipos de transformação de energia envolvidos nessa situação?  
*R = Energia cinética em potencial elástica e potencial elástica em cinética.*
- Agora, coloque a lata em uma superfície um pouco inclinada, sem empurrar, apenas solte e observe.
- Questione os alunos:
  - Como podemos explicar dessa vez (a lata desce pela rampa e depois sobe novamente)?

*R = Escute as respostas. Mais uma vez o que ocorre é a conservação de energia.*

- Dessa vez, quais as transformações de energia ocorrem nessa situação, já que a lata não foi impulsionada?

*R = Nesse caso, a energia gravitacional se transforma em energia cinética que se acumula em forma de energia elástica. Em seguida, a energia elástica se transforma em cinética para que a lata suba, até se transformar e se acumular novamente em forma de energia gravitacional.*



## MOMENTUM DAS BOLAS

Conteúdo: Mecânica  
Assunto: Momento Linear

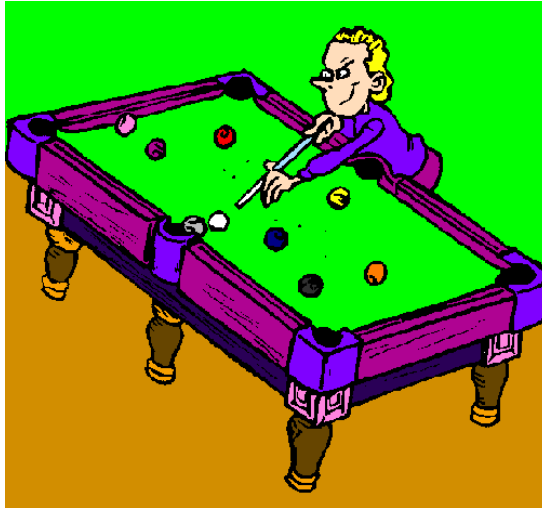


Figura 1: No jogo de bilhar a bola branca é usada para transferir movimento para as outras bolas.

### OBJETIVOS:

Demonstrar a conservação do momento linear e a relação entre massa e velocidade.

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

O *momento linear*, ou simplesmente *Momentum* ( $\vec{p}$ ), é uma grandeza vetorial que relaciona a massa ( $m$ ) de uma partícula com sua velocidade ( $\vec{v}$ ), de acordo com a relação abaixo:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \quad (\text{eq. 1})$$

Essa grandeza física torna possível estudar as transferências de movimento de um corpo para outro, como num jogo de bilhar, mostrado na figura 1. Em um sistema fechado a quantidade de movimento (momento linear) se conserva.

### MATERIAL:

- Duas bolas de tamanhos e massas bem diferentes (Ex.: Uma bola de basquete e outra de tênis; uma bola de futebol e outra de ping-pong, etc.)

### PROPOSTA DE USO:

- Coloque a bola de tênis (mais leve) sobre a bola de basquete (mais pesada) e segurando as duas na altura do peito, solte-as juntas, como mostra a figura 2;



Figura 2: Bola de tênis sobre a bola de basquete na altura do peito.

- Veja o que acontece ao soltar o conjunto na figura 3;

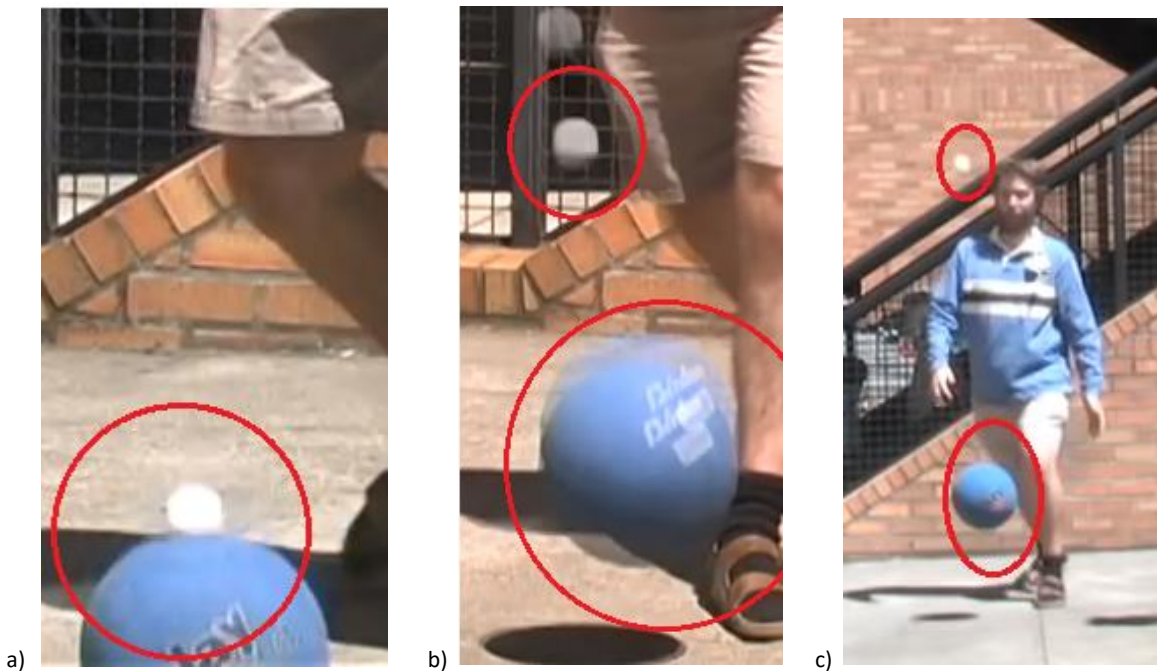


Figura 3: (a) Momento em que a bola de basquete toca o solo. (b) Momento em que as bolas iniciam sua subida. (c) Momento em que a bola de tênis atinge uma altura bem maior que a de basquete.

- Questione seus alunos sobre:

- Por que a bola de tênis atinge uma altura bem maior que a de basquete?

*R = O momento linear de um sistema é uma grandeza física que se conserva. Portanto, se deixarmos colidir uma bola de basquete (massa grande) com uma bola de tênis (massa pequena) após a colisão a velocidade da bola de tênis será muito maior que a velocidade da bola de basquete.*

- Podemos relacionar esta situação com uma batida entre automóveis? Por exemplo, entre dois carros ou entre um carro e uma moto.

*R = Sim. Numa colisão entre dois carros, como as massas são aproximadamente iguais eles devem atingir velocidades parecidas após a colisão. Sendo uma moto e um carro, como a moto tem massa bem menor deverá atingir uma velocidade maior após a colisão.*

- Como a perícia pode utilizar essa grandeza para desvendar os momentos cruciais de um acidente?

*R = Usando os conhecimentos de relação entre massa e velocidade, entre outros fatores importantes, a perícia pode chegar a conclusões sobre quem estava acima da velocidade no momento da colisão, ou quem estava na mão correta, ou mesmo quem capotou mais vezes, etc.*

## OVO FLUTUANTE

Conteúdo: Hidrostática

Assunto: Densidade

### OBJETIVO:

- 1) Demonstrar a relação da densidade com o fato de afundar ou flutuar (figura 1);
- 2) Demonstrar as diferentes densidades dos líquidos;
- 3) Demonstrar a relação da densidade com a massa e o volume.

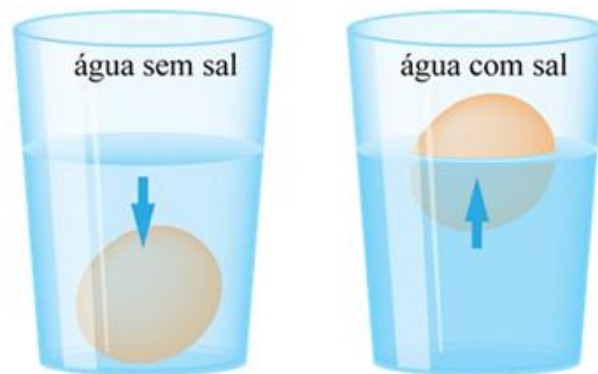


Figura 1: Representação do ovo imerso em água sem sal (à esquerda) e em água com sal (à direita).

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

**Densidade** é a relação entre a **massa** e **volume** de uma substância. O cálculo da densidade é feito pela divisão da massa do objeto por seu volume.

$$d = \frac{m}{v} \quad (\text{eq.1})$$

A densidade da água doce é de **1,0 g/cm<sup>3</sup>** (uma grama por centímetro cúbico). Cada substância tem certa densidade. Por exemplo: Ao colocarmos um material dentro de um recipiente contendo água, sendo que esse material possua densidade maior do que a da água, o material afunda. Caso contrário ele flutuará.

### MATERIAL:

- Garrafa com água;
- Óleo;
- 1 ovo cru;
- Álcool;
- Sal;
- 3 copos grandes.

### PROPOSTA DE USO:

- Para explicar o que representa a densidade, coloque água no copo quase até a metade;

- Depois despeje álcool lentamente pelas laterais, de modo que não se misture com a água;

- Goteje lentamente o óleo no recipiente;
- O óleo ficará flutuando no meio do copo, entre a água e o álcool, como na figura 2;



Figura 2: Representação das bolhas de óleo entre a água e o álcool.

- Questione os alunos sobre:

- Por que o álcool ficará no meio do copo?

*R = A água, por ser a mais densa entre os três, ficará no nível mais baixo da garrafa, já o álcool, por ser o menos denso, ficará acima do nível da água (flutuando), já o óleo, por ser mais denso que o álcool e menos denso que a água ficará entre os dois. Como a água e o álcool são transparentes, tem-se a impressão de que ele está flutuando no meio da garrafa.*

- Em seguida, para explicar a relação entre massa e volume, mergulhe o ovo no copo com água, mas antes de fazê-lo, pergunte aos alunos se o ovo irá afundar ou flutuar e por quê;

- Coloque o ovo dentro do copo com água, e questione os alunos sobre:

- Por que o ovo afundou?

*R = O ovo afunda pois ele é mais denso que a água (por volta de  $1,2\text{g/cm}^3$ )*

- O que se pode fazer para que o ovo flutue?

*Obs: a resposta virá com o restante da demonstração.*

- Adicione sal aos poucos e mostre aos alunos que o ovo vai mudando sua posição e começa a flutuar, como visto anteriormente na figura 1;

- Questione-os:

- Por que isso acontece?

*R = isso acontece devido ao aumento da densidade da água. Quando misturada com sal sua massa aumenta tornando sua densidade maior.*

- Use o exemplo: O Mar Morto, que na verdade é um grande lago na região do Oriente Médio, é famoso, além de outros aspectos, por ser fácil flutuar sobre suas águas devido

Manual De Demonstrações Simples Para Aulas De Física

à alta concentração de sal, chegando a ser 10 vezes maior que nos demais oceanos. Veja na figura 3, a mulher ler seu livro flutuando sem esforço sobre as águas do *Mar Morto*.



Figura 3: Turista flutuando tranquilamente nas águas do Mar Morto.

## GARRAFA FURADA

Conteúdo: Hidrostática  
Assunto: Pressão nos líquidos

### OBJETIVO:

- 1) Demonstrar a relação da pressão exercida por um líquido com a profundidade;
- 2) Compreender as grandezas envolvidas para determinar a pressão num ponto de um líquido;
- 3) Perceber o assunto em diferentes situações.

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

Quando um líquido contido em um recipiente aberto está em repouso, um ponto localizado em seu interior é pressionado pela coluna líquida acima dele, que também é pressionado pela atmosfera, como podemos ver na figura 1. A soma dessas duas pressões ( $P_{atm}$  = pressão da atmosfera e  $P_{líq}$  = pressão exercida pela coluna do líquido acima do ponto) será a pressão total ( $P_{total}$ ) exercida nesse ponto do líquido.

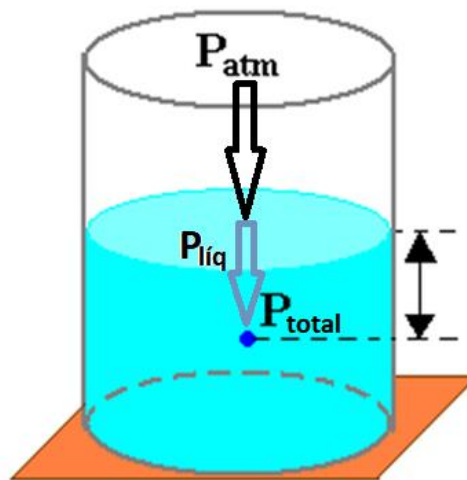


Figura 1: Representação da pressão total exercida em um ponto de um líquido, sendo a junção da pressão atmosférica com a pressão da coluna de líquido acima do ponto.

Dessa forma, pode-se calcular a pressão em um ponto do líquido com a expressão:

$$P_{total} = P_{atm} + P_{líq}$$

Portanto, a pressão total em qualquer ponto desse líquido, considerando que no local a pressão atmosférica é considerada constante, dependerá da profundidade do ponto ( $h$  = altura ou profundidade). Imagine que precise mergulhar 2m de profundidade em uma piscina, até aí tudo

bem. Mas se estivesse afundando em 2m de profundidade em um lago de piche, como os personagens da série "Perdidos no espaço" da figura 2, seria bem mais difícil.



Figura 2: Cena da série "Perdidos no espaço" onde o carro com dois personagens está afundando em um lago de piche num planeta desconhecido.

Então, a pressão de um líquido dependerá, além da profundidade, da densidade do líquido ( $\rho$ ) e da gravidade no local, como percebemos na equação:

$$P_{\text{líq}} = \rho gh$$

Muitos mergulhadores relatam que sentem dor no ouvido quando mergulham muito fundo, isso ocorre devido às altas pressões em águas profundas, que "esmagam" o tímpano, uma pelezinha fina que pertence ao sistema auditivo, podendo causar muitas dores. Esse é um dos efeitos causados pela pressão em um pondo de um líquido.

#### MATERIAL:

- Recipiente com água;
- Uma garrafa pet grande;
- Uma travessa ou bacia;
- Um objeto com ponta para furar a garrafa.

#### PROPOSTA DE USO:

- Ao iniciar a aula, fure a garrafa em 3 pontos de alturas diferentes e coloque a água dentro dela, como mostra a figura 3;



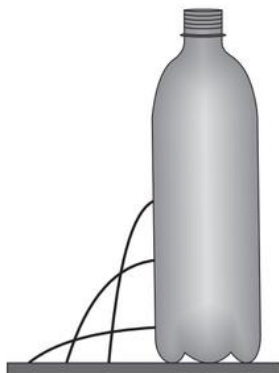


Figura 3: Representação do fluxo de água pelos furos com a garrafa destampada.

- Tampe-a. Ela vai parar de vazar água pelos furinhos. Pode acontecer de ficar vazando um pouco, por isso deixe-a dentro de uma travessa ou bacia;
- Questione os alunos:
  - Por que, quando a garrafa estava tampada, os furinhos não vazavam? (Caso não haja vazamento pelos furos quando a garrafa estava tampada)
 

*R = Com a garrafa tampada a pressão atmosférica não interferia na pressão do líquido, e nesse caso era igual a ele. Dessa forma a pressão que empurra o líquido para fora da garrafa (pressão do líquido) era igual a pressão que empurra o líquido para dentro dela (pressão atmosférica), ficando em equilíbrio. (Não espere que os alunos respondam corretamente antes de explicar o fenômeno)*
  - Por que, vocês acham que aumentou o fluxo de água ao abrir a tampa da garrafa?
 

*R = Isso ocorre por que, ao destampar a garrafa, a pressão atmosférica passa a fazer efeito sobre a água, aumentando a pressão em cada ponto do líquido, no caso, em cada furo. (Não espere que os alunos respondam corretamente antes de explicar o fenômeno).*
- Em seguida, explique como a pressão no ponto de um líquido pode ser medida. Explique a relação da pressão com a profundidade e com a atmosfera;
- Questione-os novamente com a(s) pergunta(s) anterior(es) e em seguida, faça outras perguntas como:
  - Em qual furinho a água sai com maior velocidade ou mais força? Por quê?
 

*R = No Último furinho, como vemos na figura 3. Isso ocorre porque o furinho mais baixo é o que está mais profundo, então a pressão nele será maior.*
  - Em que situação do nosso cotidiano percebemos esses conceitos?
 

*R = Dor no ouvido ao mergulharmos, o rompimento de barragens na sua parte inferior, falta de pressão da água de torneiras em lugares mais altos, etc.*

## TERMÔMETRO CASEIRO

Conteúdo: Termologia

Assunto: Termômetros e escalas termométricas arbitrárias

### OBJETIVOS:

- 1) Demonstrar a relação entre dilatação (expansão) ou contração de um gás com a temperatura;
- 2) Demonstrar o que seria uma escala termométrica arbitrária (criada a partir do termômetro caseiro, como na figura 1) e realizar sua conversão para a escala celsius.

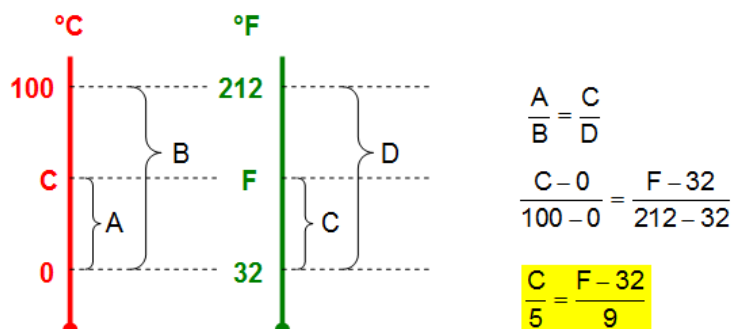


Figura 1: Representação de um Termoscópio caseiro.

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

A termometria é a parte da Física que estuda os fenômenos que envolvem variações de temperatura. O termômetro é o instrumento mais usado na termometria, pois com ele é possível medir tais variações. A temperatura, por sua vez, é a medida do grau de agitação das partículas de um corpo. Essa medida é feita de forma indireta pelo termômetro, o qual usa grandezas que variam proporcionalmente à temperatura, como por exemplo a dilatação térmica.

Para se fazer a conversão entre escalas termométricas é necessário adotar ao menos dois **valores de referência**. Comparando esses valores de referência em um esquema simples, visto logo abaixo, pode-se perceber que as variações de temperatura são proporcionais ( $A \propto C$  e  $D \propto E$ ), podendo assim representar a conversão por uma expressão matemática.



### MATERIAL:

- Garrafa pet pequena (500 ml) transparente;
- Canudo longo e transparente;
- Álcool ou água;
- Corante (de comida);
- Massinha de modelar (ou veda rosca);
- Tesoura com ponta (ou algo para furar a tampa da garrafa);
- Régua
- Caneta piloto permanente (ponta fina);
- Termômetro graduado na escala celsius;
- Formulário (Anexo 1) para cada aluno ou para cada grupo de alunos.

Obs: Esta demonstração pode ser realizada junto com os alunos. Neste caso, cada aluno (ou grupos) traz o material para sala, acompanhando a montagem junto com o professor.

### MONTAGEM:

1. Retire a tampa da garrafa e fure-a de forma que o canudo encaixe e passe pelo furo;
2. Coloque 5 a 6 cm de álcool (ou água) na garrafa. Em seguida pingue algumas gotas de corante para colorir o álcool (ou água) e todos possam visualizá-lo;
3. Faça marcações (tracinhos) de 1 cm de distância entre eles no canudo inteiro com a caneta esferográfica. Escolha uma das extremidades do canudo e comece a enumerar os tracinhos a partir do -3. (Ex: -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5,... até preencher todo o canudo).
4. Depois, tampe a garrafa com a tampa e o canudo colocado no furo de forma que o tracinho com o número 0 (zero) fique no nível do líquido como visto na figura 3;
5. Para que o ar de dentro não escape ao expandir é necessário que a garrafa esteja bem vedada. Para isso use a massinha de modelar;
6. Certifique-se que a garrafa está vedada, dando um pequeno sopro pelo canudo. O ar que entra empurra o líquido para fora que subirá um pouco pelo canudo. Se houver vazamento o líquido voltará para o nível, mas se estiver vedada o líquido permanecerá na altura que subiu no canudo, só descendo se a temperatura do ambiente diminuir.

PROPOSTA DE USO:

- Entregue para cada aluno (ou grupo) um formulário. Este também pode ser enviado ou escrito no caderno com antecedência;
- Mostre a relação entre a expansão do ar e o aumento na altura da coluna de líquido (no canudo). Aproximando sua mão do termoscópio, demonstre que, devido ao aumento da temperatura do ar dentro da garrafa (calor do seu corpo), ele expande empurrando o líquido que sobe pelo canudo;
- Com o termômetro graduado em Celsius verifique a temperatura dentro da sala de aula e fora dela (em uma área preferencialmente ensolarada, como visto na figura 2) e anote na tabela do formulário;
- Peça para que os alunos anotem na tabela do formulário o valor dessas temperaturas dadas pela escala do termômetro construído;



Figura 2: Alunos usando o termoscópio em um ambiente externo.

➤ **Questione-os sobre:**

- Como esse termômetro funciona?

R = Quando a temperatura aumenta, o ar expande empurrando o líquido que sobe pelo canudo. Quando a temperatura diminui, o ar contrai-se e o líquido desce pelo canudo para ocupar o espaço deixado pelo ar.

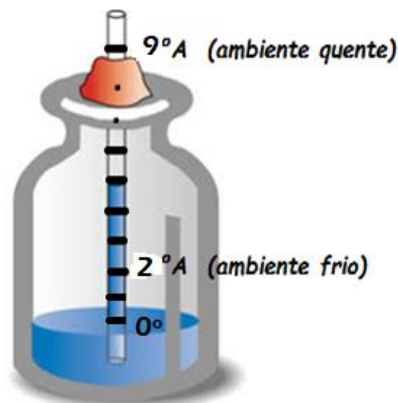


Figura 3: Representação de um Termômetro caseiro com escala arbitrária

ANEXO 1:

FORMULÁRIO PARA TERMÔMETRO CASEIRO

1- Preencha a tabela com os dados obtidos:

	Temperatura da sala	Temperatura da área externa
Escala Celsius		
Escala arbitrária		

2- Qual seria uma equação de conversão entre essas escalas?

3- Faça a conversão para essa escala arbitrária dos seguintes valores de temperatura:

a)  $0^{\circ}\text{C}$

b)  $30^{\circ}\text{C}$

c)  $100^{\circ}\text{C}$

## DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA

Conteúdo: Dilatação térmica  
Assunto: Dilatação e contração térmica

### OBJETIVO:

- 1) Demonstrar situações diárias que envolvem dilatação térmica;
- 2) Demonstrar situações diárias que envolvem contração térmica.

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

Dilatação térmica é a variação no comprimento, na área ou no volume de um corpo quando submetido a uma mudança na sua temperatura. Quando o corpo aquece, ocorre uma **dilatação**; quando o corpo é resfriado, ocorre uma **contração**. Porém, em qualquer uma das duas situações citadas, o processo é chamado (convencionalmente) de *dilatação térmica*.

Todo corpo ao ser aquecido tem suas partículas aumentando a agitação e por esse motivo (dentre outros que não trataremos aqui) seu volume é aumentado. Podemos perceber esse fenômeno em trilhos de trem quando são feitos sem espaços vagos, o que faz com que se "entortam" em dias muito quente, como vemos na figura 1.



Figura 1: Foto de trilhos de trem deformados devido à alta temperatura.

Quando resfriado o processo é inverso, suas partículas diminuem a agitação e por isso reduzem o espaço que ocupam. É importante ressaltar que a dilatação térmica ocorre em todo o corpo submetido a variação de temperatura, mas podemos analisá-la por partes:

- **Dilatação linear:** Quando consideramos apenas a dilatação no comprimento do corpo.

- **Dilatação superficial:** Quando consideramos a dilatação na superfície do corpo, ou seja, sofrida em uma área.
- **Dilatação volumétrica:** quando consideramos a dilatação total do corpo, ou seja, sofrida pelo volume do corpo.

Cada material sofre dilatações diferentes, ou seja, o tanto que eles dilatam depende do material que constitui o corpo. O que determina o quanto um material tem facilidade para dilatar é um coeficiente, chamado de **coeficiente de dilatação**. Esse coeficiente é diferente para cada tipo de dilatação (linear, superficial e volumétrica), sendo:

- $\alpha$  = coeficiente de dilatação linear;
- $\beta$  = coeficiente de dilatação superficial, onde  $\beta = 2\alpha$ ;
- $\gamma$  = coeficiente de dilatação volumétrica, onde  $\gamma = 3\alpha$ ;

#### MATERIAL:

- Uma garrafa térmica com água morna;
- Uma bandeja com cubos de gelo, água e sal;
- Dois potes de vidro com tampas metálicas, vazios;
- Duas travessas de vidro (ou recipientes grandes) que caibam os potes dentro;
- Uma colher de pau de cabo comprido.

#### PROPOSTA DE USO:

- Essa demonstração é indicada para iniciar o assunto de dilatação, instigando e gerando a curiosidade. Portanto é recomendável que se faça no início da aula;
- Coloque, em uma das travessas, a água morna da garrafa térmica (chamaremos de travessa A);
- Na outra travessa misture os cubos de gelo, o sal e um pouco de água a temperatura ambiente (chamaremos de travessa B). Se os cubos já estiverem derretendo, não precisará da água;
- Feche os dois potes de vidro de maneira bem firme (cuidado para não os quebrar);
- Coloque um dos dois potes na travessa A e o outro na travessa B, como na figura 2;



Figura 2: Foto das travessas A (esquerda) e B (à direita).

- Mexa o conteúdo da travessa B por 5 minutos com a colher de pau (fazendo pausas para não cansar);
- Enquanto mexe, questione os alunos sobre:
  - Qual dos potes irá abrir com mais facilidade? Por quê?  
*R = Será o pote da travessa A (mas os alunos responderam o que acham, sem a necessidade de acertar neste momento). Isso ocorre porque ao esquentar o metal dilata mais que o vidro facilitando a abertura da tampa.*
- Após os 5 minutos retire os potes e peça que um de seus alunos venha abri-los;
- Pergunte a ele qual foi mais fácil de abrir;
- A partir daí explique a relação da **dilatação** e da **contração** com a variação da temperatura;
- Pergunte:
  - Mas, se ao esquentar, o vidro também dilata, a tampa não era para continuar apertada? No caso da travessa B, se o vidro também contrai, o mesmo não aconteceria?  
*R = Não. Pois os materiais dilatam (ou contraem) de forma diferente, dependerá do material, ou seja, do coeficiente de dilatação.*
  - Qual material tem mais facilidade de dilatar (ou contrair)?  
*R = O metal.*



## LÂMINA BIMETÁLICA

Conteúdo: Dilatação térmica

Assunto: Lâmina bimetálica e coeficiente de dilatação térmica

### OBJETIVO:

- 1) Demonstrar a dilatação térmica em materiais diferentes;
- 2) Demonstrar como as lâminas bimetálicas são constituídas;
- 3) Compreender o funcionamento dessas lâminas e como elas podem ser utilizadas em diversos aparelhos elétricos em nosso dia-a-dia.

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

A lâmina bimetálica é um dispositivo formado por dois metais de diferentes coeficientes de dilatação (figura 1), colados fortemente. A lâmina só se mantém retilínea na temperatura em que foi feita a colagem. Se a temperatura variar, a lâmina encurva, pois, os dois metais vão sofrer diferentes dilatações.



Figura 1: Representação de uma lâmina bimetálica de ferro e bronze a temperatura ambiente.

Por exemplo: Ao juntarmos duas lâminas diferentes, como ferro e bronze, unidas firmemente, quando em temperatura ambiente, as lâminas são planas e possuem as mesmas dimensões, como mostra a figura 1. Ao ser aquecida, a lâmina de bronze se dilata mais que a de ferro, pois o coeficiente dilatação do bronze é maior que o do ferro, fazendo com que o conjunto se curve, como se vê na figura 2.



Figura 2: Representação de uma lâmina bimetálica de ferro e bronze com temperatura elevada.

Esta propriedade da lâmina bimetálica é muito usada para provocar aberturas e fechamentos de circuitos elétricos. Como por exemplo no ferro elétrico, onde a lâmina funciona como um termostato, isto é, um regulador de temperatura. Quando o ferro se aquece, a lâmina se curva, desligando o circuito. A temperatura então diminui e a lâmina retoma sua posição inicial e o circuito se fecha, fazendo com que a corrente elétrica o percorra novamente. O novo aquecimento faz com que o ciclo se repita, de modo que a temperatura se constante.

#### MATERIAL:

- Vela;
- Fósforo ou isqueiro;
- Pedaco retangular de papel alumínio (2cm x 6cm);
- Pedaco retangular de papel fino (2cm x 6cm);
- Pregador;
- Cola.

#### MONTAGEM:

1. Recorte o papel alumínio e o papel fino de forma retangular igualmente, com aproximadamente 2cm de largura por 6cm de comprimento;
2. Cole bem um pedaco no outro e deixe secar.

Obs: esse instrumento não é uma lâmina bimetálica (pois não se usou dois metais), mas representa bem as suas propriedades e seu funcionamento.

#### PROPOSTA DE USO:

- Após explanar os conceitos iniciais sobre dilatação térmica (por exemplo, a relação diretamente proporcional entre dilatação e coeficiente de dilatação do material) mostre aos alunos o instrumento que representa a lâmina bimetálica;
- Explique que ela é formada por matérias diferentes, portanto dilatam de forma diferente;
- Mostre que eles estão colados, e questione-os:
  - Se aquecermos esse conjunto, o que ocorrerá?  
*R = A lâmina se curvará, pois, um dos materiais tem um coeficiente de dilatação maior que o outro.*

- Com o prendedor segure o conjunto e aqueça na chama da vela com a parte do papel alumínio voltada para a chama. Observe que começará a curvar para cima, como mostra a figura 3;

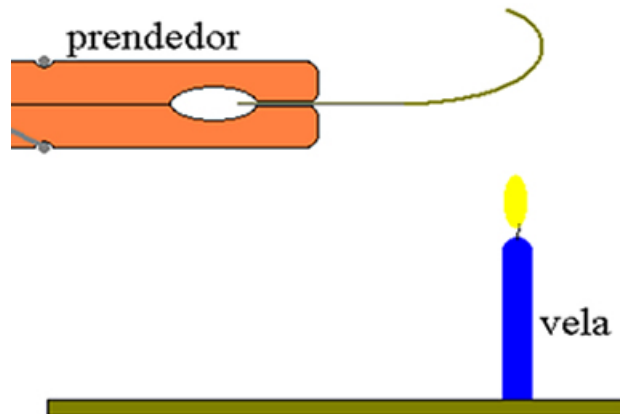


Figura 3: Representação lateral do conjunto sendo aquecido.

- Pergunte aos alunos:

- É possível determinar qual dos materiais da lâmina bimetálica possui maior coeficiente de dilatação?

R = Sim. Aquele que se curvar, no aquecimento, envolvendo o outro material, ou no resfriamento, aquele que for envolvido, será o material de maior coeficiente de dilatação.

- Qual a razão do conjunto se curvar para cima e não para baixo?

R = Isso acontece porque o papel alumínio tem um coeficiente de dilatação maior que a do papel, conseqüentemente ele dilata mais que o papel o curvando devido estarem colados.

- Como essas lâminas podem estar presentes em aparelhos domésticos e para que servem?

R = nos circuitos elétricos. Elas aquecem com a passagem de corrente e se curvam abrindo o circuito. Ao esfriarem voltam para o formato normal e fecham o circuito permitindo a passagem de corrente elétrica. São usadas em aparelhos elétricos que esquentam e desligam automaticamente como: ferro de engomar, sanduicheiras, etc.

## BEXIGA DENTRO DA GARRAFA

Conteúdo: Estudo dos gases

Assunto: Variáveis de estado e pressão atmosférica

### OBJETIVOS:

- 1) Demonstrar a relação entre as variáveis de estado de um gás: volume, pressão e temperatura;
- 2) Mostrar os efeitos da pressão atmosférica em algumas situações.



Figura 1: Leite derramando ao ferver, pois aumentou seu volume.

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

O volume ( $V$ ), a pressão ( $p$ ) e a temperatura ( $T$ ) são grandezas consideradas as variáveis de estado de um gás, pois elas influenciam em suas propriedades e comportamentos. Por exemplo, só faz sentido mencionarmos o volume do gás se fornecermos também qual é a sua pressão e temperatura. Em outras palavras,  $V$ ,  $T$  e  $p$  sempre estarão relacionados. Por exemplo: se colocarmos um gás dentro de um recipiente fechado ele exercerá uma pressão nesse recipiente, mas se o esquentarmos, ele aumentará essa pressão. Da mesma forma ocorre, quando se coloca uma panela com leite até a borda no fogão: se a panela estiver aberta, ao esquentar o leite aumenta o volume e derrama, como mostra a figura 1, mas se a panela estivesse tampada (mantendo o volume constante), ao aquecer a pressão aumenta, muitas vezes derrubando a tampa da panela.

Quando um gás sofre qualquer alteração nessas grandezas dizemos que ele sofreu uma "transformação gasosa". Nas transformações gasosas umas dessas grandezas permanecerá constante, ou seja, se manter o volume constante, então a temperatura e a pressão serão alteradas.

O ar atmosférico também exerce pressão sobre os corpos. Isso muitas vezes proporciona fenômenos "esquisitos", como na figura 1. No exemplo anterior, quando o leite pressiona a tampa para cima o ar atmosférico a pressiona para baixo (junto com o peso da tampa). Se a tampa cai

é porque a pressão exercida pelo leite foi maior. Quando abrimos a porta de uma geladeira percebemos certa dificuldade, isso se dá principalmente devido a diferença de pressão entre o ambiente externo e o interno.

Obs: O aprofundamento nas transformações gasosas podem ser feitos nessa aula ou nas aulas seguintes.

### MATERIAL:

- Garrafa de vidro transparente;
- Bexiga;
- Funil;
- Água quente;
- Água fria (natural) em um recipiente grande;
- Luva térmica ou pano para proteger as mãos.

### PROPOSTA DE USO:

- Use a demonstração para iniciar a aula, como uma forma de colher os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao que eles observam, em seguida discorra sobre os conceitos envolvidos;
- Coloque a água quente dentro da garrafa com o auxílio do funil e da luva para não queimar as mãos e espere até que a garrafa esteja bem quente;
- Derrame a água e coloque uma bexiga na boca da garrafa como se vê na figura 2(a) (antes de colocar a bexiga certifique-se que ela não está furada enchendo-a antes e depois secando-a novamente);
- Coloque a garrafa com a bexiga dentro do recipiente com água fria. A bexiga começará a encher para dentro da garrafa como na figura 2(b);

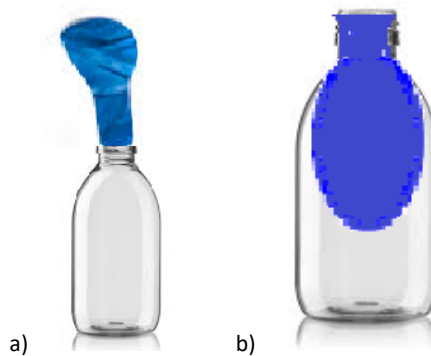


Figura 2: (a) Bexiga na boca da garrafa; (b) Bexiga cheia dentro da garrafa.

➤ Questione os alunos:

- Por que a bexiga encheu dentro da garrafa?

*R = Isso acontece porque, ao diminuir a temperatura do ar que estava dentro da garrafa, o volume desse ar diminuiu, reduzindo a pressão na garrafa. Nesse momento a pressão atmosférica empurra a bexiga para dentro da garrafa até ficar num estado de equilíbrio novamente.*

- Quais as grandezas que variam neste procedimento em relação ao ar contido dentro da garrafa?

*R = Temperatura (diminui), volume (diminui).*

- Qual a grandeza que se mantém constante? Por quê?

*R = A pressão, pois a medida em que o ar vai esfriando e reduzindo o volume o balão vai enchendo (dentro da garrafa) fazendo com que a pressão no interior da garrafa permaneça constante.*

- Por que a bexiga permanece cheia mesmo sem fazer o nó em sua boca?

*R = Isso acontece porque o ar confinado na garrafa e o ar atmosférico entram em equilíbrio termodinâmico, ou seja, mesma temperatura e mesma pressão quando a bexiga está cheia lá dentro.*

- Ao abrirmos uma geladeira percebemos uma certa dificuldade, tem-se que fazer uma pressão "extra" para puxar a porta. Como podemos explicar a necessidade dessa pressão "extra" usando os conceitos da demonstração.

*R = O ar confinado na geladeira tem sua temperatura diminuída, portanto, já que seu volume deve permanecer igual (ocupando todo o espaço lá dentro), sua pressão diminui, fazendo com que a pressão atmosférica (do lado de fora da geladeira) seja maior que a pressão exercida pelo ar dentro da geladeira como mostra a figura 3. Para conseguir abri-la é necessário compensar a pressão interna, ou seja, ajudar a empurrar a porta para fora*

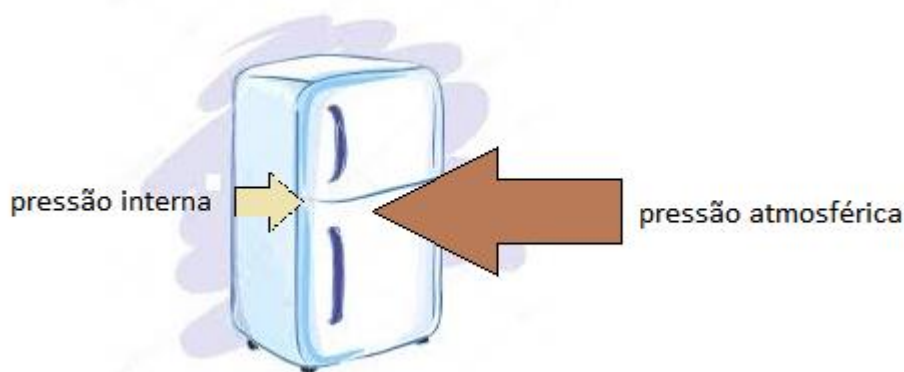


Figura 3: Representação das pressões interna (à esquerda) e externa (à direita) exercidas na porta da geladeira.

## VIBRAÇÃO DAS ONDAS

Conteúdo: Ondas  
Assunto: Classificação das ondas.

### OBJETIVO:

Diferenciar ondas longitudinais de transversais.

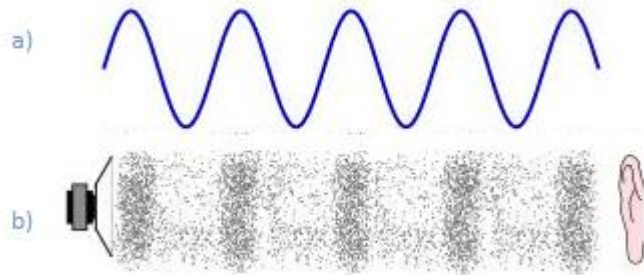


Figura 1: (a) onda numa corda; (b) vibração do ar devido a uma onda sonora.

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

As ondas são perturbações que se propagam em algum meio, transportando energia. elas podem ser classificadas de acordo com a sua natureza, direção de vibração e suas dimensões.

Em relação à natureza, podem ser classificadas em dois tipos:

- **Mecânicas:** necessitam de um meio material para propagar-se. Ex: ondas em cordas (figura 1a), ondas sonoras (figura 1b), ondas do mar, etc.
- **Eletromagnéticas:** são resultado da combinação de campo elétrico com campo magnético. Não precisam de um meio material para propagar-se. Ex: ondas de rádio e televisão, ondas do micro-ondas, a luz, os raios x, etc.

Em relação à direção de vibração, podem ser classificadas em:

- **Transversal:** quando as partículas do meio de propagação vibram perpendicularmente à direção de propagação da onda. Ex: todas as ondas eletromagnéticas, ondas em cordas (como na figura 1a), ondas no mar, etc.
- **Longitudinal:** quando as partículas do meio de propagação vibram na mesma direção em que a onda se propaga. Ex: as ondas sonoras (figura 1b).

Quanto às dimensões, as ondas podem ser classificadas em:

- *Unidimensionais*: se propagam em apenas uma direção, Ex: onda na corda;
- *Bidimensionais*: se a propagação em duas direções. Ex: ondas na superfície da água;
- *Tridimensionais*: se propagam em três dimensões. Ex: as ondas sonoras, a luz, etc.

MATERIAL:

- Uma mola-maluca, como a da figura 2;
- Uma corda, ou barbante;
- Um violão (opcional).

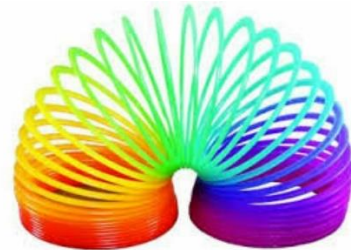


Figura 2: Mola-maluca ou slinky.

PROPOSTA DE USO:

- Prenda na sua mesa uma das extremidades da mola-maluca, deixando-a sobre a mesa;
- Prenda uma das extremidades da corda na perna da mesa;
- Durante a explicação da classificação das ondas quanto à direção de vibração, exemplifique a onda transversal balançando a corda presa na perna da mesa e a onda longitudinal esticando a mola sobre a mesa e dando pequenos impulsos na mola com o dedo, como mostra figura 3;



Figura 3: Impulsionando a mola com o dedo.

➤ **Questione-os:**

- Quais outras ondas podemos classificar como transversais ou longitudinais?

*R = Ondas do mar (transversais), ondas sonoras (longitudinais), etc.*

➤ **Use o violão ou peça para que imaginem alguém tocando e questione-os:**

- Quais as ondas que podemos perceber nessa situação?

*R = Ondas nas cordas (vibração das cordas), ondas sonoras (som emitido), luz (refletida pelo violão para que consigam enxergá-lo, caso estejam o vendo).*



## COPOS MUSICAIS

Conteúdo: Ondas  
Assunto: Qualidades sonoras.

### OBJETIVO:

- 1) Perceber as diferentes qualidades sonoras;
- 2) Diferenciar os conceitos de "altura" e "intensidade" do som;
- 3) Diferenciar um som "alto" de um som "baixo", compreendendo a relação da altura com a frequência do som;
- 4) Diferenciar um som "forte" de um som "fraco", compreendendo a relação do volume com a intensidade do som.

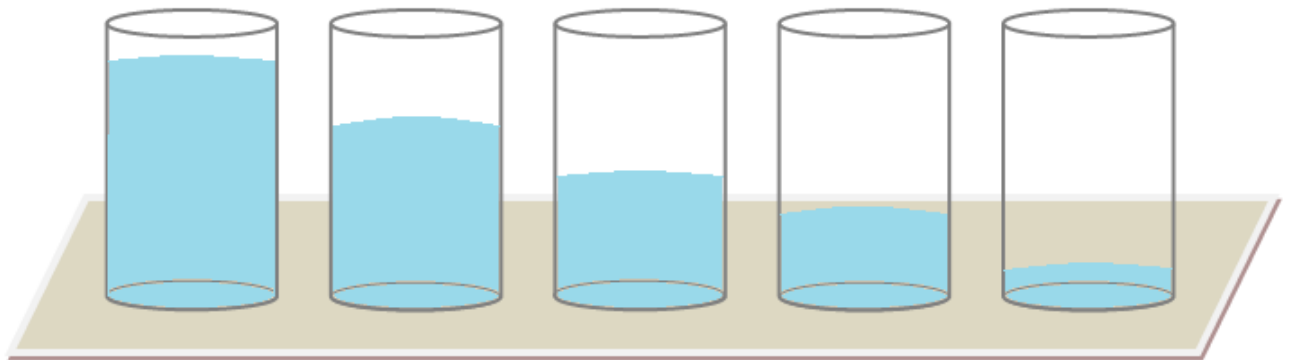


Figura 1: Representação dos copos musicais.

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

O **Som** é uma onda mecânica que possui a intensidade e frequência necessárias para serem percebidas pelo ser humano. Podemos caracterizar os sons a partir de sua **intensidade**, **altura** ou **timbre**.

- ✓ A **intensidade** está ligada à quantidade de energia transportada pelo som. Desta forma, conforme a intensidade do som dizemos que ele é mais forte (a onda possui maior amplitude) ou mais fraco (a onda possui menor amplitude).
- ✓ A **altura** está relacionada com a frequência do som. Assim distinguimos os sons mais altos como os de maior frequência (mais agudos) e os mais baixos como os de menor frequência (mais graves). As notas musicais buscam agrupar diferentes frequências sonoras produzidas por um instrumento.

- ✓ O **timbre** corresponde ao conjunto de ondas sonoras que formam um som. O timbre permite diferenciar diferentes fontes sonoras, por exemplo é fácil perceber que o som de uma guitarra e de uma flauta são completamente diferentes.

### MATERIAL:

- 5 copos de vidro iguais;
- Água;
- Colher de metal.

### PROPOSTA DE USO:

- Posicione os copos um ao lado do outro e coloque água de forma decrescente, ou seja, preencha o primeiro copo completamente, e diminua a quantidade de água gradativamente, até o ultimo copo, como mostra a figura 1.
- Bata levemente com colher em todos os copos (do mais cheio para o mais vazio) e peça para que os alunos observem com atenção.
- Questione os alunos:
  - Vocês perceberam sons diferentes? Qual a diferença?  
*R = Sim. O som foi ficando mais agudo.*
  - Qual copo apresentou a maior frequência?  
*R = O mais vazio.*
- Explique a relação entre a frequência e a nota musical, ou então dê exemplos de sons ou vozes com tons diferentes;
- Agora, bata com a colher um pouco mais forte e questione-os novamente:
  - Qual a diferença entre a primeira vez e agora?  
*R = O som ficou mais forte, ou seja, mais intenso.*
  - Vocês acham que, por ter sido mais forte, a frequência mudou?  
*R = Não. Pois o que mudou foi a intensidade, ou seja, o volume do som e não o tom.*
  - Se usássemos um copo de plástico, vocês perceberiam a diferença do som?  
Por que?  
*R = O timbre seria diferente.*

## CÂMARA ESCURA DE ORIFÍCIO

Conteúdo: Óptica Geométrica  
Assunto: Propagação retilínea da Luz

### OBJETIVOS:

- 1) Demonstrar o princípio da propagação retilínea da luz;
- 2) Demonstrar a formação de imagens através da câmara escura, como na figura 1;
- 3) Demonstrar a relação entre a distância do objeto até o orifício da câmara com seu tamanho real.

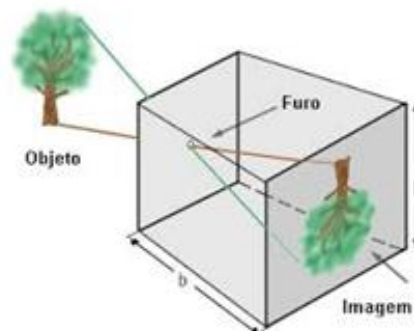


Figura 1: Representação da câmara escura de orifício.

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A câmara escura de orifício é um instrumento óptico usado para demonstrar a propagação retilínea da luz. Quando um objeto iluminado ou luminoso é colocado na frente da câmara, é formada, na parede oposta ao orifício, a imagem desse objeto de forma invertida. Os raios de luz que partem do objeto em direção à câmara atravessam o orifício e se cruzam, podendo, assim, associar a altura do objeto com a altura da imagem e a distância entre o objeto e a câmara com o comprimento da câmara através da relação de triângulos semelhantes, como pode ser visto na Figura 2. Os raios de luz que partem do objeto H, ao atravessarem o ponto O (orifício da câmara) se cruzam formando a imagem h.

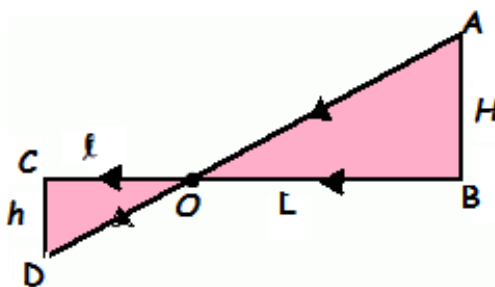


Figura 2: Representação dos triângulos semelhantes formados por raios de luz que atravessam o orifício da Câmara escura.

Sendo ABO e DCO triângulos semelhantes, então a relação h e H é de proporcionalidade sendo:

$$\frac{L}{l} = \frac{H}{h}$$

**MATERIAL:**

- Lata de metal (Ex.: de leite);
- Cartolina preta;
- Papel seda (Ex.: use a folha fina dos cadernos de desenho ou passe óleo uma folha de ofício);
- Um prego;
- Tesoura;
- Fita adesiva;

Obs: Esta demonstração pode ser realizada junto com os alunos. Neste caso, cada aluno (ou grupos) traz o material para sala, acompanhando a montagem junto com o professor.

**MONTAGEM:**

1. Retire a tampa da lata e faça um revestimento com a cartolina preta por dentro da lata (a penas na parte lateral);
2. Tampe a lata com o papel seda bem esticado;
3. Fure o fundo da lata com o prego (faça um furo bem pequeno, cerca de 1 a 2mm);
4. Faça um cone em volta da lata, como se fosse um chapéu de bruxa, onde antes ficava a tampa da lata, deixando o furo para fora. Em seguida fixe-o na lata com fita adesiva;
5. Deixe a ponta do cone com uma abertura suficientemente confortável para colocar o olho e observar dentro do cone as imagens invertidas que se formam no papel seda;

**PROPOSTA DE USO:**

- Explique em sala os princípios da propagação da luz antes da demonstração;
- Leve os alunos para uma área onde haja bastante claridade e peça-os para que observem a paisagem com a câmara escura, como os alunos na figura 3.



Figura 3: Alunos fazendo observações em suas câmaras escuras.

➤ **Questione-os sobre:**

- Como vocês explicam o fato da imagem está invertida?

*R = Sabendo que a Luz se propaga em linha reta, ao passar pelo orifício, os raios de luz se cruzam e formam a imagem invertida.*

- Qual o princípio da propagação da luz se encaixa nesse fenômeno?

*R = Princípio da propagação retilínea da luz.*

- Qual a relação matemática entre o tamanho real do objeto e o tamanho da imagem vista na câmara?

*R = Pode-se relacionar o tamanho da imagem e o comprimento da câmara com o tamanho do objeto real e a distância dele até o orifício a partir da relação entre triângulos semelhantes, vistos na figura 2.*

## ESPELHOS PLANOS

Conteúdo: Óptica Geométrica

Assunto: Espelho plano



Figura 1: Representação de um espelho plano.

### OBJETIVOS:

- 1) Conhecer as características da imagem obtida pela reflexão em um espelho plano;
- 2) Demonstrar a quantidade de imagens obtidas pela associação de espelhos planos.

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

Um espelho plano é aquele em que a superfície de reflexão é totalmente plana. A imagem obtida por ele é sempre de mesmo tamanho que o objeto, direita, virtual (formada atrás do espelho) e enantiomorfa, como na figura 1. Ao associarmos dois espelhos a quantidade de imagens ( $n$ ) que surgem depende da angulação ( $a$ ) entre esses espelhos, essa relação é dada por:

$$n = \left( \frac{360}{a} \right) - 1$$

### MATERIAL:

- Dois espelhos planos (de preferência do mesmo tamanho e sem armação lateral);
- Um transferidor;
- Um objeto pequeno qualquer (Ex.: borracha, apontador de lápis, moeda, etc.).

Obs: Esta demonstração pode ser realizada junto com os alunos. Neste caso, cada aluno (ou grupos) traz o material para sala, e acompanha o professor.

### PROPOSTA DE USO:

- Peça para que os alunos observem um dos espelhos;

➤ Questione-os:

- Como é a imagem que estão vendo?

*Obs: Explique as características das imagens obtidas nos espelhos planos;*

- Una os dois espelhos pela lateral de modo que formem um ângulo de  $90^\circ$  (use o transferido para medir a angulação);
- Coloque um objeto entre os espelhos, como na figura 2;

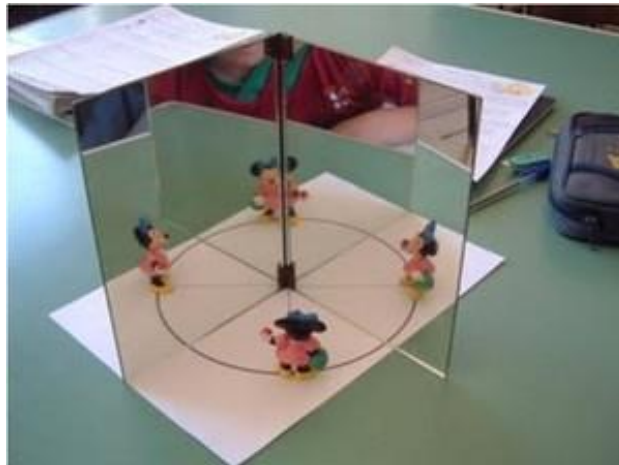


Figura 2: Espelhos com 90 graus de abertura entre eles.

- Conte quantas imagens aparecem;

$R = 3$  imagens + objeto real

- Faça os cálculos para conferir a quantidade obtida;

$$n = \frac{360}{90} - 1 \rightarrow n = 3$$

- Repita o procedimento com angulações de  $120^\circ$  e  $60^\circ$ ;

$R = 2$  imagens e  $5$  imagens, respectivamente.

- Você pode pedir aos alunos que realizem os últimos cálculos e confirmem com o que vêm na demonstração.

## ESPELHOS ESFÉRICOS

Conteúdo: Óptica Geométrica

Assunto: Espelhos esféricos

### OBJETIVOS:

- 1) Conhecer os tipos de espelhos esféricos;
- 2) Verificar os pontos notáveis do espelho esférico;
- 3) Demonstrar a reflexão dos raios luminosos que incidem em sua superfície.

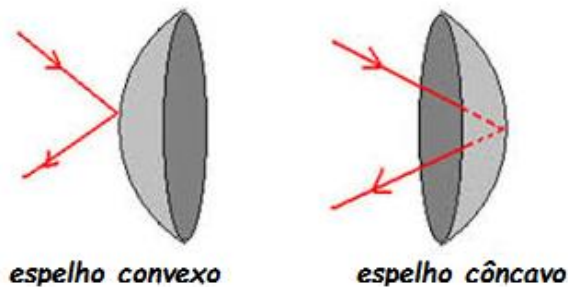


Figura 1: Representação das calotas esféricas formando espelhos côncavo (à esquerda) e convexo (à direita).

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

Espelho esférico é qualquer calota esférica polida que reflete de forma regular, como os da figura 1. Quando a superfície refletora for a interior, o espelho é chamado côncavo, já nos casos onde a superfície refletora for a externa, o espelho é chamado convexo.

Considere uma esfera que forma a calota, onde  $C$  é seu centro;  $V$  é o vértice da calota (centro da superfície espelhada); O eixo que passa pelo centro e pelo vértice da calota é chamado eixo principal;  $F$  é o foco do espelho, sendo o ponto médio entre  $V$  e  $C$ , como mostra a figura 2.

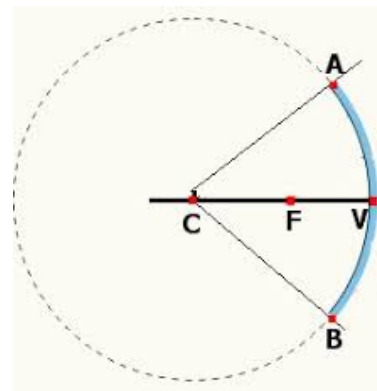


Figura 2: Representação dos pontos notáveis de um espelho esférico: centro de curvatura (C), Foco (F) e vértice (V).

### MATERIAL:

- Garrafa pet;
- Papel alumínio;
- Régua;
- Fita adesiva transparente;
- Tesoura;
- Laser simples.



Obs: Esta demonstração pode ser realizada junto com os alunos. Neste caso, cada aluno (ou grupos) traz o material para sala, acompanhando a montagem junto com o professor.

### MONTAGEM:

1. Corte a parte central da garrafa formando um círculo (anel) de, aproximadamente, 5cm de espessura, como mostra a figura 3;
2. Pregue o papel alumínio na metade do círculo com a fita adesiva transparente, como na figura 4;

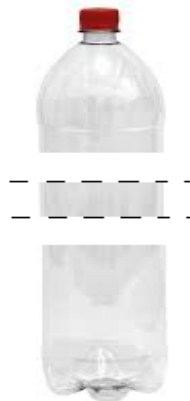


Figura 3: Parte da garrafa que deve ser cortada.

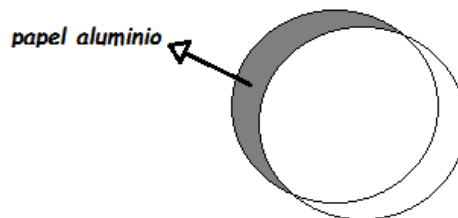


Figura 4: Onde deve ser colocado o papel alumínio.

3. Como a garrafa é transparente, o papel alumínio servirá como espelho côncavo e convexo.

### PROPOSTA DE USO:

- Use a demonstração para ilustrar a face de espelho côncavo e a face convexa;
- Com a régua, trace uma reta horizontal no quadro branco (ou no caderno para o aluno);
- Posicione o círculo de garrafa com seu diâmetro sobre a reta, de forma que ela corte a metade da parte espelhada (tornando-se o eixo principal do espelho);
- Marque no quadro branco (ou no caderno para o aluno) os pontos notáveis do espelho esférico (vértice, foco e centro de curvatura), usando a régua, como mostra a figura 5;

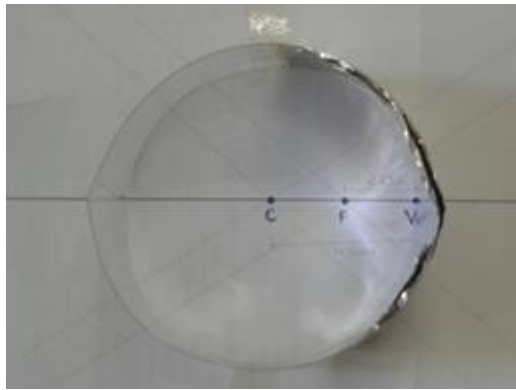


Figura 5: O espelho de garrafa já posicionado na reta feita no quadro (ou no caderno).

- Mostre que a distância focal ( $f$ ) é igual a metade do raio da esfera que forma o espelho, portanto:

$$f = \frac{R}{2}$$

- Use o laser para demonstrar a reflexão dos raios de luz (principais) que incidem no espelho, como por exemplo, os raios demonstrados na figura 6;

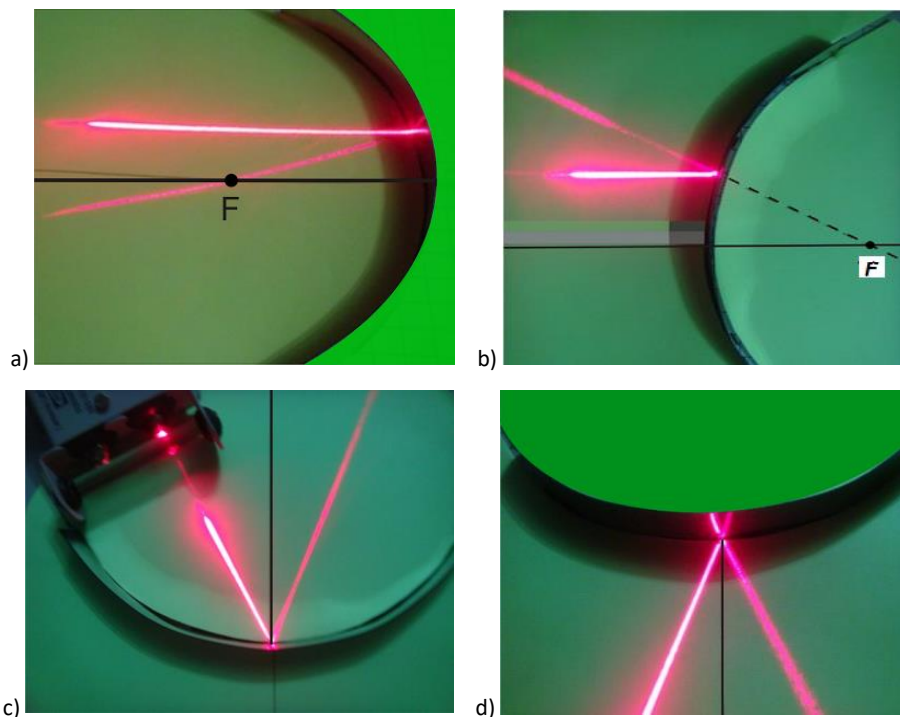


Figura 6: Em (a) e (b), o feixe de luz que passa pelo foco reflete paralelamente ao eixo principal e o raio de luz que incide paralelamente ao eixo principal reflete passando pelo foco. Em (c) e (d), o feixe de luz que incide no vértice reflete simetricamente em relação ao eixo principal.

- Mostre que a distância focal ( $f$ ) será positiva para os espelhos côncavos e negativa para os espelhos convexos;
- Questione os alunos sobre o valor negativo da distância focal no espelho convexo.

*R = como a superfície espelhada fica na parte externa da calota, então os pontos notáveis se encontram atrás do espelho, representado pelo lado negativo.*

## CABO DE GUERRA ELETROSTÁTICO

Conteúdo: Eletrostática

Assunto: Atração e repulsão de cargas elétricas

### OBJETIVO:

- 1) Demonstrar a atração e repulsão entre corpos eletrizados e corpos neutros;
- 2) Demonstrar a relação diretamente proporcional entre carga e força eletrostática.

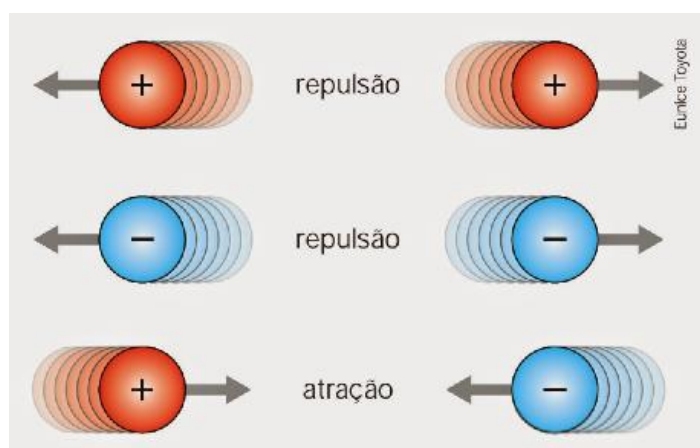


Figura 1: Representação da repulsão e da atração entre cargas elétricas.

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

A atração e a repulsão entre cargas elétricas compõem um princípio da eletrostática - *Princípio da atração e repulsão*. Esse princípio diz que "cargas de mesmo sinal se repelem, enquanto cargas de sinais diferentes se atraem", como mostra a figura 1. Nesse sentido, um corpo eletrizado também pode atrair um corpo neutro. A interação entre essas duas cargas é chamada de Força eletrostática.

A eletrização de um material pode ser feita por alguns processos, conhecidos como *processos de eletrização*: Atrito, Contato e Indução. No "atrito", por exemplo as cargas envolvidas, inicialmente neutras, adquirem sinais opostos, ficando uma eletrizada positivamente e a outra negativamente. Enquanto no "contato", as cargas envolvidas, a qual uma deve estar inicialmente carregada, adquirem cargas de mesmo sinal. Já a "indução" acontece quando aproximamos um corpo neutro A (que será induzido) a um corpo eletrizado B (indutor), essa aproximação fará com que as cargas positivas e negativas desse corpo se separem devido a repulsão e atração entre elas e as cargas do indutor. Ao conectar o corpo induzido à Terra, ou

a outro corpo neutro, ele ficará eletrizado com carga oposta a do seu indutor. Podemos compreender melhor esse processo na figura 2.

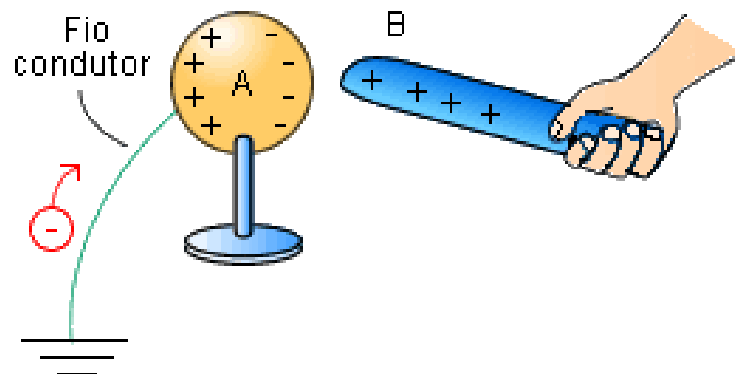


Figura 2: Representação da indução eletrostática.

### MATERIAL:

- 1 latinha de alumínio (refrigerante);
- Vários canudos de plástico;
- Fita gomada ou isolante;
- Mesa (pode ser as carteiras da sala de aula).

### MONTAGEM:

1. Faça uma divisão na mesa ao meio com a fita gomada;
2. Coloque a latinha no centro, em cima da fita que divide a mesa ao meio;
3. A latinha deve estar parada e posicionada na forma horizontal, ou seja, deitada, como mostra a figura 3.



Figura 3: Latinha de refrigerante posicionada no centro da mesa, em cima da divisão com fita.

PROPOSTA DE USO:

- Essa demonstração deve ser realizada após uma breve explanação sobre os princípios eletrostáticos e sobre processos de eletrização, podendo também ser introdução para a Lei de Coulomb;
- Os participantes ficarão de frente um para o outro e de frente para a latinha, de modo que cada um tenha o seu lado da mesa, como mostrado na figura 4;



Figura 4: Demonstração das posições dos participantes no “cabo de guerra eletrostático”.

- Eles terão em mãos um canudo que será usado para “puxar” a latinha na sua direção;
- No sinal do professor, eles deverão eletrizar seus canudos em sua roupa, ou cabelo ou com um pedaço de papel e aproximar o canudo da latinha;
- Ao aproximar o canudo da latinha ela tenderá a mexer-se na direção do canudo com maior carga acumulada;
- Aquele que conseguir fazer com que a latinha caia da mesa no seu lado, será o vencedor da rodada;
- Questione-os:
  - Por que a latinha se atrai pelo canudo?  
*R = Pois o canudo está eletrizado. Corpos eletrizados atraem corpos neutros.*
  - Por que foi um dos lados (o vencedor)?  
*R = Pois o canudo estava eletrizado com um maior número de cargas que o outro, ou porque, este deve ter se aproximado mais da latinha.*
  - O que aconteceria se ao invés de aproximar o canudo, ele fosse encostado na latinha?  
*R = A latinha se eletrizaria por contato e adquiriria carga de mesmo sinal, dessa forma ela se repeliria indo na direção oposta.*

## CAMPO MAGNÉTICO

Conteúdo: Eletromagnetismo  
Assunto: Linhas de indução magnética

### OBJETIVO:

Demonstrar as linhas de indução magnética ao redor de um ímã.

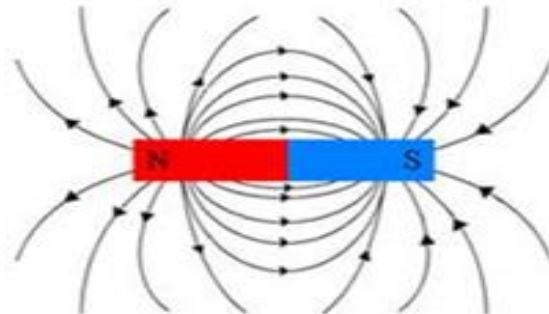


Figura 1: Representação das linhas de indução magnética geradas por um ímã em forma de barra.

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

O eletromagnetismo está bastante presente em nosso cotidiano e sem ele, muitos dos benefícios dos quais dispomos hoje não seriam possíveis, como: cartão de crédito, computadores, celulares, fones de ouvido, diversos equipamentos de exames médicos, dentre vários outros.

O campo magnético é a região do espaço próxima a um ímã (ou corrente elétrica) onde ocorrem interações magnéticas. As linhas de indução dirigem-se do polo Norte para o polo Sul de um ímã, como é representado da figura 1.

### MATERIAL:

- Ímãs;
- Palha de aço;
- Folha em branco.

Obs: Esta demonstração pode ser realizada junto com os alunos. Neste caso, cada aluno (ou grupos) traz o material para sala, acompanhando a montagem junto com o professor.

### PROPOSTA DE USO:

- Coloque o ímã debaixo da folha de papel;

- Esfregue duas palhas de aço uma na outra a fim de que caia "farelos" do material sobre a região do papel na qual o ímã se encontra debaixo, como mostra a figura 2;



Figura 2: Farelos da palha de aço.

- Peça que os alunos observem e em seguida desenhem as formas das linhas que foram formadas sobre o papel, como se vê na figura 3, por exemplo, e comparem com as do livro didático (vista na figura 1);

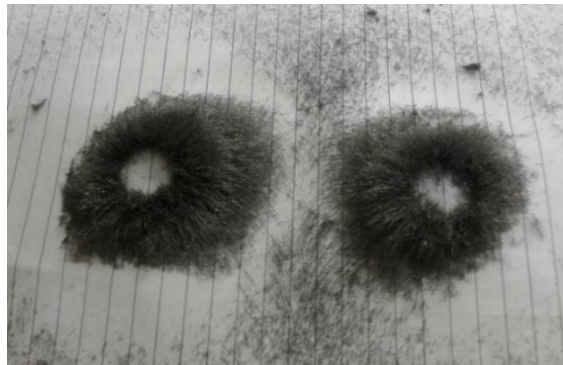


Figura 3: Visualização das linhas de indução magnética com a palha de aço.

- Questione-os sobre:

- Como surgem as linhas observadas na folha?

*R = Essas linhas aparecem devido a interação (atração) entre o ímã e a palha de aço. As linhas se formam pela região que determina o campo magnético.*

- Por que existem regiões onde o acúmulo de aço é muito intenso e logo na vizinhança, ou seja, ao redor dessa região com mais acúmulo, há uma região quase sem nada?

*R = As regiões com maior acúmulo são aquelas onde se encontram os polos do ímã, ou seja, onde o campo magnético é mais intenso. Por esse motivo, todo resíduo de aço que se encontra muito próximo a esses polos tendem a sofrer uma atração forte e são "puxados" e acumulados lá, deixando um espaço sem formar linhas de palha de aço (mas ainda existe o campo magnético, apenas não está sendo contrastado pela alha de aço nesse ponto).*

- Note que entre os dois ímãs as linhas "se empurrão". Por que isso acontece?

*R = Lembre-se que as linhas partem do polo norte e chegam ao polo sul, ou seja, elas se complementam. Porém, as linhas formadas por esses dois ímãs estão se repelindo, caracterizando que os polos próximos são de mesma natureza.*

## LISTA DE IMAGENS

### A CIÊNCIA DAS MEDIDAS

Figura 1 modificada pela autora. Originais disponíveis em:

- [http://colorirdesenhos.com/files/styles/slideshow\\_vertical/public/desenhos/relogio.jpg?itok=K\\_jdbFHP](http://colorirdesenhos.com/files/styles/slideshow_vertical/public/desenhos/relogio.jpg?itok=K_jdbFHP)
- <http://www.tudodesenhos.com/uploads/images/5945/liquidificador.jpg>
- <https://media.istockphoto.com/vectors/digital-thermometer-vector-id532558498>
- <https://media.istockphoto.com/vectors/weighing-scale-sketch-icon-vector-id541291674>
- <https://img1.colorirgratis.com/52eb5a3af32be-p.gif>

Figura 2 disponível em:

- <http://colegiomarista.org.br/pioxii/arq/img/Cotidiano/2011/05/7%C2%AA%20s%C3%A9rie.JPG>

### VELOCIDADE E TRAJETÓRIA

Figura 1 disponível em:

- [https://allinepontes.files.wordpress.com/2014/09/homem\\_andando\\_bicicleta.gif](https://allinepontes.files.wordpress.com/2014/09/homem_andando_bicicleta.gif)

### QUEDA DOS CORPOS

Figura 1 disponível em:

- [https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/upload/conteudo\\_legenda/a6484ae0ebdbee9e4ca39ffec8da8d88.jpg](https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/upload/conteudo_legenda/a6484ae0ebdbee9e4ca39ffec8da8d88.jpg)

Figura 1 disponível em:

- BONJORNO e CLINTON. Física 1 - Mecânica. Ed: FTD, 2016, p.134

### 1ª E 2ª LEIS DE NEWTON: A INÉRCIA E O PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA

Figura 1 disponível em:

- <https://3.bp.blogspot.com/-oUjPpQum3-o/XEfHWwY9VDI/AAAAAAAAAC10/dun2cOWVGmw9uZu3JwWdzg423VH10tGegCLcBGAs/s320/ley%2B1-opt.jpg>

Figura 2 disponível em:

- <http://fisicafascinante.tumblr.com/post/27435394464/segunda-lei-de-newton>

Figura 3 disponível em:

- <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS2n20zCzqSpOem3NbIw75LuapTwm0aVKOS38druZAJXnMxmOsY>

### 3ª LEI DE NEWTON: AÇÃO E REAÇÃO

Figura 2 disponível em:

- [http://2.bp.blogspot.com/\\_-WOYjdr-Kbk/Su7ljDidTbI/AAAAAAAAAAB0/oMfYCBw212M/s320/terceira-lei-de-newton-38.gif](http://2.bp.blogspot.com/_-WOYjdr-Kbk/Su7ljDidTbI/AAAAAAAAAAB0/oMfYCBw212M/s320/terceira-lei-de-newton-38.gif)

Figuras 1, 3 4 e 5 foram retiradas do vídeo disponível em:

- <https://www.youtube.com/watch?v=4h3zKX6AvrI>

### LATA ENERGÉTICA

Figura 1 disponível em:

- [https://mixvix.com.br/thumbnail.php?pic=uplimq/img\\_A\\_195567\\_0972d6cfc2141144c4548612a6ba6c3f.jpg&w=750&sq=Y](https://mixvix.com.br/thumbnail.php?pic=uplimq/img_A_195567_0972d6cfc2141144c4548612a6ba6c3f.jpg&w=750&sq=Y)

Figura 2 disponível em:

- VÁLIO, FUKUI, FERDINIAN e MOLINA. Física 1. V.1, Ed.: Ser Protagonista - SM, 2016.



### **MOMENTUM DAS BOLAS**

Figura 1 disponível em:

- <http://cdn5.colorir.com/desenhos/color/201101/8418b979e9e69fc3b66da3f6cf3a43e8.png>

Figuras 2 e 3 foram retiradas do vídeo disponível em:

- <http://www.cienciatube.com/2009/04/experimento-de-fisica-colisao-entre.html>

### **OVO FLUTUANTE**

Figura 1 disponível em:

- <http://www.biologianet.com/upload/conteudo/images/2014/12/densidade-do-ovo.jpg>

Figura 2 modificada pela autora. Original disponível em:

- <https://media.istockphoto.com/vectors/glass-of-water-vector-id507488481>

Figura 3 disponível em:

- [http://vignette2.wikia.nocookie.net/mensageiros/images/2/2c/Turista\\_flutuando.jpg/revision/latest?cb=20111012205313&path-prefix=pt-br](http://vignette2.wikia.nocookie.net/mensageiros/images/2/2c/Turista_flutuando.jpg/revision/latest?cb=20111012205313&path-prefix=pt-br)

### **GARRAFA FURADA**

Figura 1 modificada pela autora, original disponível em:

- <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/upload/conteudo/images/Recipiente>

Figura 2: retirada da série *Perdidos no espaço*

Figura 3 disponível em: questão 57 do ENEM 2013

### **TERMÔMETRO CASEIRO**

Figura 1 disponível em:

- <https://dannyaiochancecf.files.wordpress.com/2013/09/termc3b3metro-casero2.jpg?w=614>

Figura 2: criada pela autora em aula de Física.

Figura 3: modificada pela autora. Original disponível em:

- <https://dannyaiochancecf.files.wordpress.com/2013/09/termc3b3metro-casero2.jpg?w=614>

### **DILATAÇÃO E CONTRAÇÃO TÉRMICA**

Figura 1 disponível em:

- <https://www.coladaweb.com/wp-content/uploads/2014/12/dilatacao.jpg>

Figura 2 disponível no livro de Física: Ser Protagonista Física Vol.2, p. 69; Ed.: SM, 2016

### **LÂMINA BIMETÁLICA**

Figura 1 disponível em:

- <http://educacao.globo.com/provas/fuvest-2014/questoes/17.html>

Figura 2 disponível em:

- <http://educacao.globo.com/provas/fuvest-2014/questoes/17.html>

Figura 3 disponível em:

- <http://brasilescola.uol.com.br/upload/conteudo/images/lamina-depois-do-aquecimento.jpg>

### **BEXIGA DENTRO DA GARRAFA**

Figura 1 disponível em:

- <http://leianoticias.com.br/site/wp-content/uploads/leite-derramado-texto-C.E.jpg>

Figura 2: criada pela autora.

Figura 3: modificada pela autora. Original disponível em:

- [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQJdqDpkqm7ZCuUwmQaicIHx\\_RZIKrIMjFJOviHJvXaDaEhH16A](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQJdqDpkqm7ZCuUwmQaicIHx_RZIKrIMjFJOviHJvXaDaEhH16A)

### **VIBRAÇÃO DAS ONDAS**

Figura 1 disponível em:

- [https://pt.wikipedia.org/wiki/Onda\\_mec%C3%A2nica](https://pt.wikipedia.org/wiki/Onda_mec%C3%A2nica)

Figura 2 disponível em:

- [https://http2.mlstatic.com/30-mola-maluca-grande-colorida-arco-iris-festas-lebrancinha-D\\_NQ\\_NP\\_692621-MLB20823636845\\_072016-F.jpg](https://http2.mlstatic.com/30-mola-maluca-grande-colorida-arco-iris-festas-lebrancinha-D_NQ_NP_692621-MLB20823636845_072016-F.jpg)

Figura 3, retirada do vídeo disponível em:

- [https://www.youtube.com/watch?v=zYdho\\_gcCRE](https://www.youtube.com/watch?v=zYdho_gcCRE)

## COPOS MUSICAIS

Figura 1: criada pela autora.

## CÂMERA ESCURA DE ORIFÍCIO

Figura 1 disponível em:

- <http://www.geocities.ws/saladefisica8/optica/camara60.gif>

Figura 2: criada pela autora.

Figura 3: criada pela autora em aula de Física.

## ESPELHOS PLANOS

Figura 1 disponível em:

- [https://st.depositphotos.com/2423111/3857/v/950/depositphotos\\_38572731-stock-illustration-a-funny-cartoon-sheep-looking.jpg](https://st.depositphotos.com/2423111/3857/v/950/depositphotos_38572731-stock-illustration-a-funny-cartoon-sheep-looking.jpg)

Figura 2 disponível em:

- [http://s2.glbimg.com/ASWa4QxU0aTLw-Pg7RzCvgVydk8=/0x0:485x364/300x225/s.glbimg.com/po/ek/f/original/2014/01/21/figura\\_1.jpg](http://s2.glbimg.com/ASWa4QxU0aTLw-Pg7RzCvgVydk8=/0x0:485x364/300x225/s.glbimg.com/po/ek/f/original/2014/01/21/figura_1.jpg)

## ESPELHOS ESFÉRICOS

Figura 1 disponível em:

- <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/upload/conteudo/forma%C3%A7%C3%A3o%20de%20imagens1.jpg>

Figura 2 disponível em:

- [http://alunosonline.uol.com.br/upload/conteudo/images/elementos\\_eselhos\\_esfericos.jpg](http://alunosonline.uol.com.br/upload/conteudo/images/elementos_eselhos_esfericos.jpg)

Figura 3 modificada pela autora. Original disponível em:

- <http://www.guaraniplast.com.br/wp-content/uploads/2016/06/Garrafa-PET-2-litros.png>

Figura 4: criada pela autora.

Figura 5: criada pela autora em aula de Física.

Figura 6: disponível em:

- <http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2016/09/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas.html>

## CABO DE GUERRA ELETROSTÁTICO

Figura 1 disponível em:

- [http://4.bp.blogspot.com/qx9QeVY\\_InQ/VQkH8UvX8rI/AAAAAAAAFFc/jnSds5nlvLM/s1600/IMG\\_20150318\\_001750.jpg](http://4.bp.blogspot.com/qx9QeVY_InQ/VQkH8UvX8rI/AAAAAAAAFFc/jnSds5nlvLM/s1600/IMG_20150318_001750.jpg)

Figura 2 disponível em:

- [http://www.educabras.com/media/emtudo\\_img/upload/aula/2452\\_49.gif](http://www.educabras.com/media/emtudo_img/upload/aula/2452_49.gif)

Figura 3 foi retirada de um vídeo e está disponível em:

- <http://www.cienciatube.com/2011/11/top10-experiencias-fisica-faceis.html>

Figura 4 foi retirada de um vídeo e modificada pela autora, estando disponível em:

- <http://www.cienciatube.com/2011/11/top10-experiencias-fisica-faceis.html>

## CAMPO MAGNÉTICO

Figura 1 disponível em:

- <http://brasilecola.uol.com.br/upload/conteudo/images/linhas-de-campo-magnetico.jpg>

Figura 2 disponível em:

- <http://www.pontociencia.org.br/files/experimentos/1201/visualizacao-do-campo-magnetico-6.jpg>

Figura 3: criada pela autora em aula de Física.

## REFERÊNCIAS

### **BIBLIOGRAFIA**

BONJORNO, J. R., RAMOS, C. M., PRADO, E. de P., BONJORNO, V., BONJORNO, M. A., CASEMIRO, R. e BONJORNO, R de F. Física 1 - Mecânica. Ed: FTD. 2016

MARISTA, sistema, de Educação. Ed: FTD. 2018

MOREIRA, A. M. A teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel. In: MOREIRA, A. M. Teorias de Aprendizagem. EPU: São Paulo, 1999.

MOREIRA, M.A. A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o Ensino de Ciências e a Pesquisa Nesta Área. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 7-29, 2002.

SANTOMAURO, B. O que ensinar em Ciências. Publicado: NOVA ESCOLA Edição 219, 2009

VÁLIO, A. B. M., FUKUI, A., FERDINIAN, B., e MOLINA, M. M. Física 1. V.1, Ed.: Ser Protagonista - SM, 3ª edição, 2016.

VÁLIO, A. B. M., FUKUI, A., FERDINIAN, B., e MOLINA, M. M. Física 2. V.2, Ed.: Ser Protagonista - SM, 3ª edição, 2016.

VÁLIO, A. B. M., FUKUI, A., FERDINIAN, B., e MOLINA, M. M. Física 3. V.3, Ed.: Ser Protagonista - SM, 3ª edição, 2016.

### **SITES**

BRASIL ESCOLA, Física:

- <https://brasilescola.uol.com.br>

CIÊNCIA TUBE, experimentos de Física:

- <http://www.cienciatube.com/2012/09/experimentos-de-fisica.html>

FÍSICA FASCINANTE, experimentos de Física:

- <http://fsicafascinante.blogspot.com.br/p/experimentos-de-fisica.html>

HOMELAB BLOG, 5 experiências de Física simples para fazer em sala de aula:

- <http://fsicafascinante.blogspot.com.br/p/experimentos-de-fisica.html>

MANUAL DO MUNDO, arquivo de experimentos:

- <https://www.manualdomundo.com.br/>

UNESP, experimentos de física para o ensino médio e fundamental com materiais do dia-a-dia:

- <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>

