

# **Instrumentação para o ensino de Física III**

**Vera Lucia Mello**



**São Cristóvão/SE  
2011**

# Instrumentação para o ensino de Física III

## Elaboração de Conteúdo

Vera Lucia Mello

---

## Projeto Gráfico

Neverton Correia da Silva

Nycolas Menezes Melo

## Capa

Hermeson Alves de Menezes

## Diagramação

Neverton Correia da Silva

---

Copyright © 2011, Universidade Federal de Sergipe / CESAD.  
Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada por qualquer meio eletrônico, mecânico, por fotocópia e outros, sem a prévia autorização por escrito da UFS.

FICHA CATALOGRÁFICA PRODUZIDA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

M527i Mello, Vera Lucia  
Instrumentação para o Ensino de Física III /  
Vera Lúcia Mello. – São Cristóvão : Universidade Federal  
de Sergipe, CESAD, 2011.

1. Física – Estudo e ensino. 2. Física - Instrumentos.  
I. Título.

CDU 53:37.016

**Presidente da República**  
Dilma Vana Rousseff

**Chefe de Gabinete**  
Ednalva Freire Caetano

**Ministro da Educação**  
Fernando Haddad

**Coordenador Geral da UAB/UFS**  
**Diretor do CESAD**  
Antônio Ponciano Bezerra

**Secretário de Educação a Distância**  
Carlos Eduardo Bielschowsky

**Vice-coordenador da UAB/UFS**  
**Vice-diretor do CESAD**  
Fábio Alves dos Santos

**Reitor**  
Josué Modesto dos Passos Subrinho

**Vice-Reitor**  
Angelo Roberto Antonioli

---

**Diretoria Pedagógica**  
Clotildes Farias de Sousa (Diretora)

**Núcleo de Serviços Gráficos e Audiovisuais**  
Giselda Barros

**Diretoria Administrativa e Financeira**  
Edélzio Alves Costa Júnior (Diretor)  
Sylvia Helena de Almeida Soares  
Valter Siqueira Alves

**Núcleo de Tecnologia da Informação**  
João Eduardo Batista de Deus Anselmo  
Marcel da Conceição Souza  
Raimundo Araujo de Almeida Júnior

**Coordenação de Cursos**  
Djalma Andrade (Coordenadora)

**Assessoria de Comunicação**  
Edvar Freire Caetano  
Guilherme Borba Gouy

**Núcleo de Formação Continuada**  
Rosemeire Marcedo Costa (Coordenadora)

**Núcleo de Avaliação**  
Hérica dos Santos Matos (Coordenadora)  
Carlos Alberto Vasconcelos

---

**Coordenadores de Curso**  
Denis Menezes (Letras Português)  
Eduardo Farias (Administração)  
Haroldo Dorea (Química)  
Hassan Sherafat (Matemática)  
Hélio Mario Araújo (Geografia)  
Lourival Santana (História)  
Marcelo Macedo (Física)  
Silmara Pantaleão (Ciências Biológicas)

**Coordenadores de Tutoria**  
Edvan dos Santos Sousa (Física)  
Geraldo Ferreira Souza Júnior (Matemática)  
Ayslan Jorge Santos de Araujo (Administração)  
Priscila Viana Cardozo (História)  
Rafael de Jesus Santana (Química)  
Gleise Campos Pinto Santana (Geografia)  
Trícia C. P. de Sant'ana (Ciências Biológicas)  
Laura Camila Braz de Almeida (Letras Português)  
Lívia Carvalho Santos (Presencial)

---

## NÚCLEO DE MATERIAL DIDÁTICO

Hermeson Menezes (Coordenador)  
Marcio Roberto de Oliveira Mendonça

Neverton Correia da Silva  
Nycolas Menezes Melo

---

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
Cidade Universitária Prof. "José Aloísio de Campos"  
Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze  
CEP 49100-000 - São Cristóvão - SE  
Fone(79) 2105 - 6600 - Fax(79) 2105- 6474



# Sumário

<b>AULA 1</b>	
Eletrização e carga elétrica .....	07
<b>AULA 2</b>	
Força elétrica e o Pssc .....	29
<b>AULA 3</b>	
Campo elétrico .....	55
<b>AULA 4</b>	
Potencial elétrico .....	75
<b>AULA 5</b>	
Corrente e resistência elétrica.....	95
<b>AULA 6</b>	
O Projeto pef e o efeito Joule .....	123
<b>AULA 7</b>	
Campo e força magnética.....	151
<b>AULA 8</b>	
Campo magnético .....	175
<b>AULA 9</b>	
Campo magnético produzido por uma corrente elétrica.....	195
<b>AULA 10</b>	
Corrente e fem induzida .....	213



# Aula 1

## ELETRIZAÇÃO E CARGA ELÉTRICA

### META

- Fazer com que o estudante comece a pensar no ensino de ciências como algo “orgânico” que está em profunda transformação.
- Fazer com que os alunos percebam, através de um texto básico complementado com atividades lúdicas, *applets* de ensino, vídeos, e com materiais de baixo custo, que o conceito de eletrização e carga elétrica pode ser apreendido de forma simples e divertida.
- Analisar dois textos sobre o tema de eletrização de modo que o aluno possa analisar duas formas de se apresentar este conceito.
- Apresentar o curso de instrumentação III.

### OBJETIVOS

- Ao final desta aula, o aluno deverá: estar ciente das novas possibilidades, dos desafios que envolvem o ensino de ciências em geral e das dificuldades de se ministrar um curso de eletricidade e magnetismo.
- Ter compreendido que as ciências naturais estão baseadas na experimentação e que esta é feita de ensaios, experiências e medidas e que estas levam a compreensão e matematização dos conceitos físicos (naturais em geral).
- Compreender que pode usar o conceito de átomo ou não, no ensino do conceito de eletrização.
- Os estudantes devem compreender que o curso de instrumentação III está centrado na explicação da Física dos eletrodomésticos (Física das coisas) e na discussão se o livro didático é o produto de vários projetos de ensino de ciências e da transposição didática de livros universitários.

### PRÉ-REQUISITOS

- Os alunos deverão ter cursado as disciplinas Psicologia da Educação, Física A, Física B e Instrumentação I.

Vera Lucia Mello

### INTRODUÇÃO

O tema de estudo da disciplina Instrumentação III é de como ministrar um curso de Eletricidade e Magnetismo. As teorias eletromagnéticas foram desenvolvidas e completadas no século XIX e marcaram a virada do século XX com eletrificação das primeiras cidades americanas (Chicago). Hoje em dia não saberíamos mais viver sem os eletrodomésticos. Apesar disso o curso de eletromagnetismo faz pouca referência a estes dispositivos e do papel fundamental da ciência no seu desenvolvimento.

Por esta razão e outras que o grupo de ensino de Física da USP, através do projeto GREF, lançou o projeto de ensino de “Física das coisas” e não se ensinar as “coisas da Física”. Ou seja, eles pregam que devemos ensinar a partir da Física envolvida no funcionamento dos objetos que usamos no nosso cotidiano (a Física das coisas) e não devemos ensinar Física através da formulação de teorias e fórmulas e depois sairmos a procura de exemplos que se encaixem na nossa teoria (as coisas de Física).

Assim, nesse curso vamos apresentar de forma mais detalhada os principais projetos de ensino de Física e vamos fazer uma análise comparativa entre o material didático produzido por eles e o material didático que temos à nossa disposição, principalmente o livro didático. Deste modo, alguns temas serão tratados fora da ordem que estamos habituados em nossos cursos de Física, mas terá que ser assim, pois, não temos a tradução completa de todas as aulas desses projetos.

Trataremos agora do tema dessa aula. Quando iniciamos um curso de eletricidade e magnetismo, naturalmente começamos com o conceito de eletrização e de carga elétrica. Historicamente, se determinou as propriedades das cargas elétricas muito antes de qualquer conhecimento experimental sobre a estrutura da matéria, apesar dos filósofos atomistas pressuporem que a matéria deveria ser composta de átomos. Mas, a maioria dos textos atuais começa explicando a existência das cargas elétricas através do modelo atômico da matéria. Colocamos abaixo um texto sobre eletrização, que usa o modelo atômico e em seguida fazemos uma adaptação desse mesmo texto tirando o modelo atômico de sua explicação para que você avalie as vantagens e desvantagens de se fazer uma abordagem mais próxima dos fatos históricos e de uma que leve em conta mais os fatos atuais.

### PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO TEXTO ORIGINAL INTRODUÇÃO HISTÓRICA

O primeiro registro histórico da propriedade de eletrização foi feita pelo sábio grego Tales de Mileto (640-546 AC) que observou que um pedaço de



âmbar (substância resinosa, amarela e fossilizada) atritado com um pano atraía certos corpos de massa pequena como fio de cabelo e fio de lã. Até os dias de William Gilbert (1540-1603), não se fazia distinção entre magnetização e eletrização. Gilbert fazendo experiências verificou que muitas outras substâncias apresentavam tal propriedade e todos os fenômenos relacionados foram chamados de elétricos (âmbar em grego é *elektron*).

## CARGA E FORÇA ELÉTRICA

No século XVIII, o físico francês Charles François Du Fay (1698-1739) publicou um trabalho acerca da existência de dois tipos de eletricidade:

- Vitrosa, chamada assim porque é a carga que adquire uma barra de vidro depois de atritada com seda.

- Resinosa, que é a carga da borracha quando atritada com lã.

Posteriormente, o físico americano Benjamin Franklin (1706-1790), sem conhecer os trabalhos de Du Fay, atribuiu os nomes de positiva e negativa aos dois tipos de eletricidade. Até o século XIX se considerava que as forças elétricas eram fenômenos particulares que não tinha relação com a gravitação nem com o magnetismo. Em nossos dias se considera que a força elétrica é uma das quatro forças fundamentais da natureza; as outras são a gravidade e as forças nucleares, forte e fraca.

**Força nuclear é a força que mantém unido o núcleo de um átomo. Afeta as partículas do núcleo: nêutrons, prótons e mésons. Força nuclear é a força que se manifesta nos núcleos de átomos instáveis com mais de 89 prótons através de emissões beta.**

A força elétrica é uma propriedade das cargas elétricas. A carga elétrica é uma propriedade fundamental da matéria como a massa e o volume e estas podem ser de dois tipos, positivas ou negativas. O conceito de carga elétrica, ainda que um pouco abstrato, é tão importante que não se pode deixar de mencioná-la na descrição do mundo físico. No princípio, dito conceito físico era somente um artifício inventado para descrever uma situação, porém depois adquiriu realidade ao se descobrir a origem e a unidade natural da carga elétrica. No começo do século passado se mediu a unidade de carga do elétron como sendo igual, em módulo, a carga do próton e esta vale aproximadamente  $1,6 \times 10^{-19} \text{C}$ .

Quando duas cargas elétricas interagem a direção das forças é dada pela Lei de *Du Fay*: cargas de sinais iguais se repelem e cargas de sinais diferentes se atraem. A unidade para medir a carga no SI é o *Coulomb* (C), em homenagem ao físico francês Charles Augustin de Coulomb (1736-1806), quem descobriu a relação matemática entre a força elétrica e as cargas elétricas.

### PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO

Os átomos e a matéria são eletricamente neutros em estado natural apesar de terem cargas positivas e negativas. Isto porque nos átomos e moléculas em geral há o mesmo número de prótons e elétrons. Para alterar tal situação, ou seja, para eletrizar um corpo é necessário fazer certo trabalho ou esforço. Dizemos que um corpo está eletrizado ou carregado quando o número de prótons é diferente do número de elétrons. Para eletrizar um corpo é necessário retirar ou acrescentar elétrons em um corpo.

Experimentalmente, verifica-se que os elétrons localizados nas últimas camadas eletrônicas de certos átomos podem ser facilmente deslocados de suas posições e ainda transferidos para outros átomos. A maior ou menor dificuldade encontrada em movimentar os elétrons dentro de um material determina se esse material é um condutor de elétrons ou um isolante.....

### TEXTO MODIFICADO INTRODUÇÃO HISTÓRICA

Eletrização é o fenômeno físico que quando atritamos (esfregamos) certos materiais como pente no cabelo, estes adquirem a propriedade de atrair pequenos pedaços de papel ou lã. O primeiro registro histórico da propriedade de eletrização foi feita pelo sábio grego Tales de Mileto (640-546 AC) que observou que um pedaço de âmbar (substância resinosa, amarela e fossilizada) atritado com um pano atraía certos corpos de massa pequena como fio de cabelo e fio de lã. Depois descobriu-se que mais materiais possuem esta propriedade. Até os dias de William Gilbert (1540-1603), não se fazia distinção entre magnetização e eletrização. Gilbert fazendo experiências verificou que muitas outras substâncias apresentavam tal propriedade e todos os fenômenos relacionados foram chamados de elétricos (âmbar em grego é *elektron*).

### CARGA E FORÇA ELÉTRICA

No século XVIII, o físico francês Charles François Du Fay (1698-1739) publicou um trabalho acerca da existência de dois tipos de eletricidade:

- Vitrosa, chamada assim porque é a carga que adquire uma barra de vidro depois de atritada com seda.

- Resinosa, que é a carga da borracha quando atritada com lã.

Posteriormente, o físico americano Benjamin Franklin (1706-1790), sem conhecer os trabalhos de Du Fay, atribuiu os nomes de positiva e negativa aos dois tipos de eletricidade. Quando duas cargas elétricas interagem, a

direção das forças é dada pela Lei de Du Fay: cargas de sinais iguais (ou mesmo tipo) se repelem e cargas de sinais diferentes (tipo diferentes) se atraem. A unidade para medir a carga no SI é o Coulomb (C), em homenagem ao físico francês Charles Augustin de Coulomb (1736-1806), quem descobriu a relação matemática entre a força elétrica e as cargas elétricas.

A força elétrica é uma propriedade das cargas elétricas. A carga elétrica é uma propriedade fundamental da matéria como a massa e o volume e estas podem ser de dois tipos, positivas ou negativas. O conceito de carga elétrica, ainda que um pouco abstrato, é tão importante que não se pode deixar de mencioná-la na descrição das propriedades da matéria. No princípio, dito conceito físico era somente um artifício inventado para descrever o fenômeno de atração e repulsão entre dois corpos, porém depois adquiriu uma explicação completa no final do século XIX ao se descobrir a origem e a unidade natural da carga elétrica. No começo do século passado se mediu a unidade de carga do elétron como sendo igual, em módulo, a carga do próton e esta vale aproximadamente  $1,6 \times 10^{-19} \text{C}$ .

**Na época de Du Fay e de Coulomb se imaginava que quando atritávamos duas substâncias diferentes elas trocavam matéria ou um fluido entre si. Não havia o conceito de átomo ainda.**

## PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO

A matéria é eletricamente neutra em estado natural apesar de ter cargas positivas e negativas. Isto porque nos átomos e moléculas que as compõe há o mesmo número de prótons e elétrons. Para alterar tal situação, ou seja, para eletrizar um corpo é necessário fazer certo trabalho ou esforço. Dizemos que um corpo está eletrizado ou carregado quando o número de prótons é diferente do número de elétrons. Para eletrizar um corpo é necessário retirar ou acrescentar elétrons em um corpo.

**Historicamente, antes da teoria atômica, pensava-se que a carga elétrica fosse uma espécie de fluido que passava de um corpo para outro.**

Experimentalmente, verifica-se que os elétrons localizados nas últimas camadas eletrônicas de certos átomos podem ser facilmente deslocados de suas posições e ainda transferidos para outros átomos. A maior ou menor dificuldade encontrada em movimentar os elétrons dentro de um material determina se esse material é um condutor de elétrons ou um Isolante.

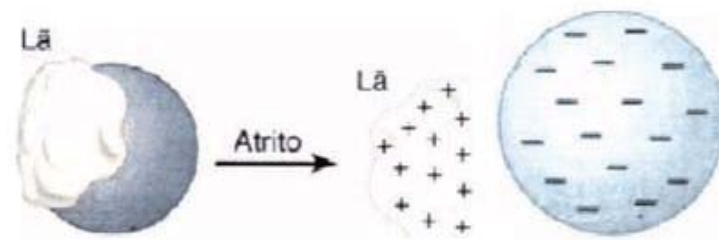
Existem três tipos de Eletrização de corpos:

1. por atrito;
2. por contato;
3. por indução.

### 1. Eletrização por Atrito:

Tem-se a eletrização por atrito quando se fricciona dois corpos. À medida que um corpo perde elétrons, este vai apresentando uma predominância de cargas elementares positivas equivalentes a quantidade de elétrons perdida, enquanto que o outro recebe elétrons ficando com uma quantidade de cargas elementares negativas em excesso.

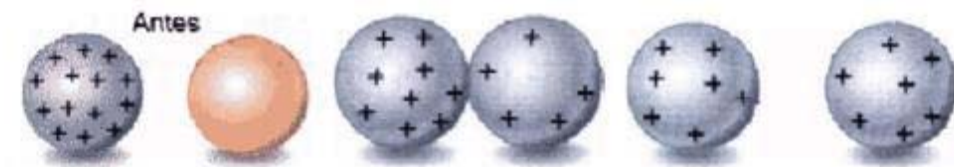
Ex.: pegando-se um canudinho de refrigerante e atritando-o com um pedaço de papel (pode ser higiênico); observa-se através de experimentos que ambos ficam carregados com a mesma quantidade de cargas, porém de sinais contrários.



Disponível em: <<http://fisica.uems.br/arquivos/labfis2/eletrizar.pdf>>

### 2. Eletrização por Contato:

Quando colocamos um material condutor carregado eletricamente (por exemplo, uma esfera) em contato com um condutor neutro, observa-se que ambos ficam carregados com cargas de mesmo sinal. Ex.: tendo-se um bastão (ou outra esfera) carregado e uma esfera neutra inicialmente, ao tocar a esfera com este bastão, verifica-se que a esfera adquire a carga de mesmo sinal daquela presente no bastão.



Disponível em: <<http://fisica.uems.br/arquivos/labfis2/eletrizar.pdf>>

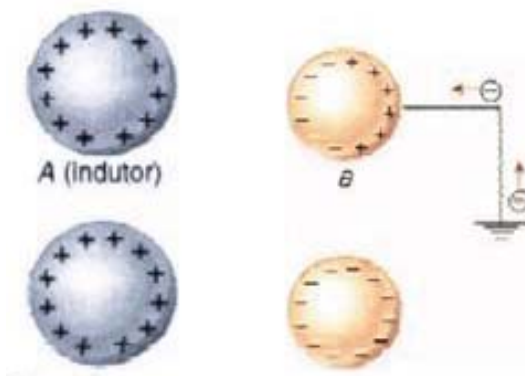
### 3. Eletrização por Indução:

A indução ocorre quando se tem um corpo que está inicialmente eletrizado e é colocado próximo a um corpo condutor neutro. Com isso, a configuração das cargas do corpo neutro se modifica de forma que cargas de sinal contrário a do bastão tendem a se aproximar do mesmo, e as de sinais iguais tendem a ficar o mais afastado possível. Ou seja, na indução ocorre a separação entre algumas cargas positivas e negativas do corpo neutro ou corpo induzido.



Disponível em: <<http://fisica.uems.br/arquivos/labfis2/eletrizar.pdf>>

O processo de indução, simplesmente, não eletriza um corpo. O que ocorre é um rearranjo no posicionamento das cargas. Podemos, dentro deste procedimento, fazer uma ligação à terra do corpo induzido e eletrizá-lo. Ligando o corpo Induzido à terra, teremos, neste caso, o deslocamento de elétrons da terra para o corpo.



Disponível em: <<http://fisica.uems.br/arquivos/labfis2/eletrizar.pdf>>

### 3.4. ELETROSCÓPIOS

Para constatar se um corpo está ou não eletrizado, utilizamos dispositivos denominados eletroscópios. Existem os eletroscópios de folhas e o de pêndulo. O eletroscópio de pêndulo é baseado no processo de indução para detectar se um corpo está ou não eletrizado. Ele possui um fio isolante amarrado a uma esfera metálica.



Disponível em <<http://www.idesa.com.br/disciplinas/fisica/apostilas/Eletro.pdf>>



Disponível em <<http://www.idesa.com.br/disciplinas/fisica/apostilas/Eletro.pdf>>

O eletroscópio de folhas também se utiliza do processo de indução para detectar se um corpo está ou não eletrizado. Caso seja aproximado um corpo eletrizado positivamente da esfera condutora, as cargas negativas serão atraídas para a esfera, já as cargas positivas se acumularão nas lâminas metálicas que irão abrir devido a repulsão de cargas iguais.

## PRINCÍPIOS BÁSICOS DO ELETROMAGNETISMO

Das experiências com carga elétrica chegou-se aos dois princípios básicos do eletromagnetismo:

- Princípio da conservação de cargas: a carga total (que é a soma algébrica de todas as cargas, sejam elas positivas ou negativas) deve ser conservada. Assim, em um processo de eletrificação de corpos as cargas são transferidas de um corpo ao outro, ao invés de serem criadas ou destruídas. Esse processo torna-se ligeiramente diferente quando da aniquilação de um elétron com um pósitron, gerando radiação gama. Observe que a carga total permanece nula em todo o processo.
- Princípio de quantização de carga. Esse princípio afirma que toda a carga é múltiplo inteiro de uma carga elementar  $e$ , que é, em módulo, igual à carga do elétron. Não existe um valor de carga menor que  $e$ , e nem um múltiplo não inteiro desse valor. O valor de  $e$  vale  $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ .



### ATIVIDADES

- Para se explicar o fenômeno de eletrização temos que lançar mão do conceito de carga elétrica?
- Qual dos textos 1 ou 2 você acha que é mais simples para estudantes do ensino médio e do fundamental?
- Informar que historicamente se explicava a transferência de carga entre substâncias através do conceito de troca de fluido irá ilustrar mais o conceito de carga elétrica ou vai confundir os alunos?

4. Existem muitos experimentos simples sobre eletrização. Por exemplo, o do pente no cabelo. Pesquise na bibliografia dois experimentos simples sobre esse assunto.
5. Assista ao vídeo que demonstra algumas experiências de eletrização de fácil reprodução e também utilizando um gerador de Van Graaff, através do link <<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=223&PROCESSOS+DE+ELETRIZACAO++PARTE+12>>
6. Acesse o link <<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>>, clique em Eletricidade e leia as experiências que mostram a existência de cargas elétricas (Bexigas Carregadas e Eletroscópio)

#### Detector de cargas “Eletroscópio de folhas”

Experiência realizada no dia 13 de Agosto de 2009 na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, no Laboratório de Ensino de Física pelas acadêmicas: Liliane do Nascimento Pereira do terceiro ano noturno e Ana Paula Langaro do primeiro ano noturno, do curso de Licenciatura em Física com orientação do professor Nilson Oliveira da Silva. Todos os materiais utilizados na experiência são de fácil acesso e manuseio, para qualquer pessoa consiga realizar o experimento.

Material utilizado:

- 13 cm de arame fino;
- 1 cm de fio de cobre (número 28);
- Folha de alumínio;
- Um vidro;
- 1 bolinha de isopor;
- Adesivo epóxi;
- 1 canudo de plástico;
- Papel higiênico;
- Régua e tesoura;



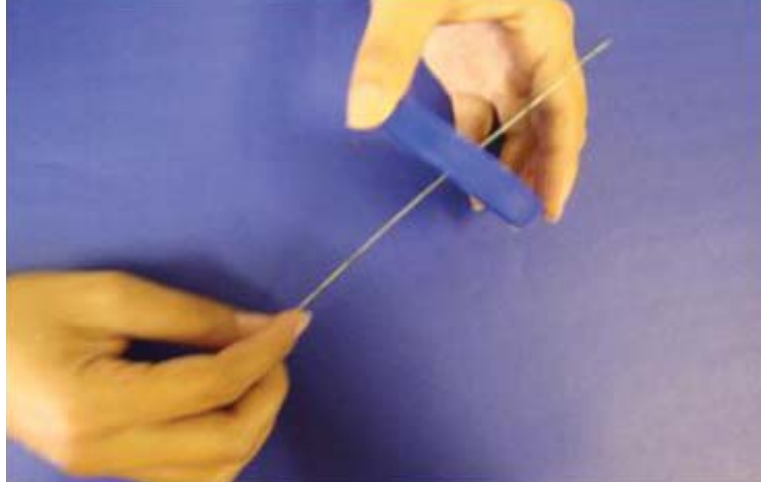
Material utilizado na experiência, começando da direita temos o adesivo epóxi, régua, folha de papel alumínio, bola de isopor, canudo de plástico, 13cm de arame fino, um vidro, duas folhas de papel alumínio com 3cm cada, 1cm de fio de cobre (número 28) e por fim o papel higiênico.

Procedimento experimental

1º passo:

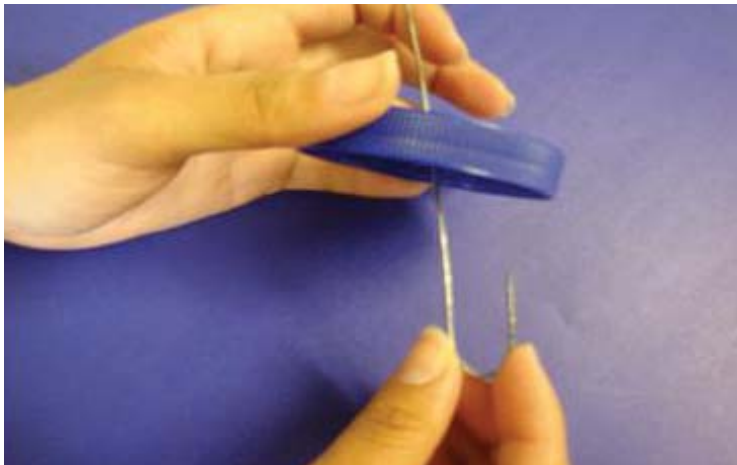
- Faça um furo na tampa do vidro com a mesma espessura do arame.

Para isso, esquite o arame e faça o furo com auxílio de um adulto.



Processo realizado para furar a tampa do vidro utilizando o próprio arame.

- Dobre-o na forma de um gancho, fixe-o na tampa com adesivo epóxi e espere secar (duas horas para ela secar).



Arame dobrado em forma de um gancho.



Fixação do arame na tampa com o adesivo epóxi.



- Corte duas tiras finas de papel alumínio de 3 cm de comprimento e prenda-as com o fio de cobre. Depois que a cola estiver seca, coloque as tiras de papel alumínio no gancho.



Duas tiras de papel alumínio com 3cm de comprimento cada, presas com 1cm de fio de cobre (número 28), colocadas no gancho.

- Tampe o vidro. Por último, encape uma bola de isopor com papel alumínio e fixe-o no arame.



Tampando o vidro.



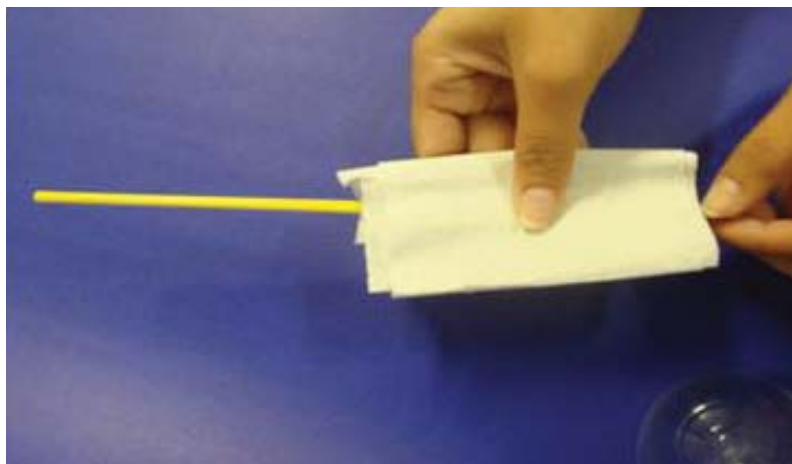
Bola de isopor antes de ser encapada com papel alumínio



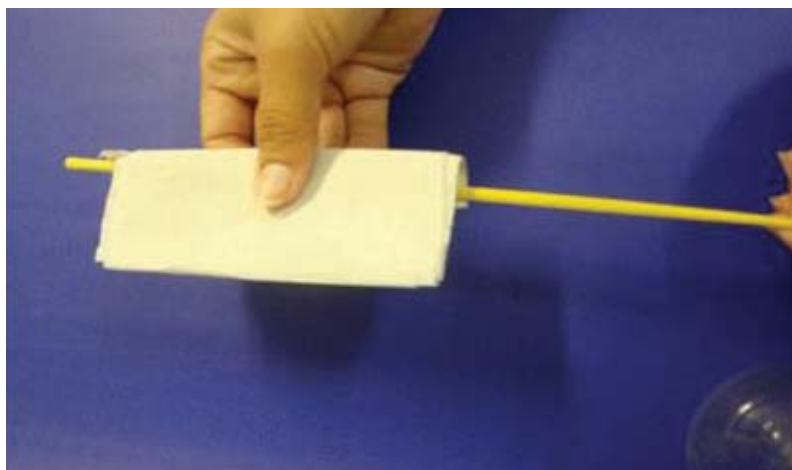
Fixação da bola de isopor encapada com papel alumínio no arame.

2º passo:

- Atrite o canudo com um pedaço de papel higiênico (lembrando, que este processo deve ser feito algumas vezes para que o canudo fique bem eletrizado), e aproxime e afaste o canudo da esfera, sem tocá-la. Observe o que acontece com as tiras de alumínio.



Começo do processo de atrito do canudo



Término do processo de atrito do canudo



Aproximação do canudo eletrizado da esfera.



Foto retirada na hora da aproximação do canudo eletrizado na esfera



Foto retirada na hora do afastamento do canudo eletrizado da esfera.

3º passo:

Agora encoste o canudo eletrizado na esfera. Observe o que acontece com as tiras de alumínio.



Encostando o canudo eletrizado na esfera.



Foto retirada no momento em que é encostado o canudo eletrizado na esfera

Após os três passos concluídos, observa-se que ao aproximar ou encostar o canudo eletrizado na esfera encapada com alumínio as tiras de papel alumínio afastam-se umas das outras.

Por que isto ocorre?

Quando aproximamos o canudo eletrizado negativamente da esfera, as cargas negativas da esfera são repelidas e acumulam-se nas tiras de alumínio. A esfera então apresenta excesso de cargas positivas e as tiras excesso de cargas negativas. Como as duas tiras ficam eletrizadas com cargas iguais, elas se repelem. Ao afastar o canudo eletrizado do eletroscópio, as tiras juntam-se novamente, porque as cargas se redistribuem voltando às posições anteriores à aproximação do canudo.

Já quando encostamos o canudo eletrizado negativamente na esfera, cargas negativas do canudo são transferidas para ela. Com isso, tanto a esfera quanto as tiras ficam com excesso de cargas negativas e, conseqüentemente, as tiras se separam. Observe que afastando o canudo, as tiras continuam separadas porque eletrizamos o eletroscópio por contato, isto é, houve transferência de carga do canudo para a esfera e dela para as tiras de alumínio.

Perguntas e respostas:

1. Depois que o eletroscópio estiver eletrizado, o que fazer para as tiras se juntarem novamente?

Basta que você encoste a mão na esfera, pois quando isso é feito, os elétrons em excesso, escoam pelo seu corpo até a Terra, assim a esfera ficará neutra.

2. Mais aí a Terra ficará eletrizada?

Não. Como o planeta Terra possui uma enorme superfície, o efeito das mesmas torna-se imperceptível, pois o excesso de cargas vai se espalhar por toda superfície da Terra.

3. E se o eletroscópio estivesse eletrizado positivamente, como neutralizá-lo?

Da mesma forma, encostando a mão na esfera, porém, neste caso, os elétrons livres da Terra passariam através do seu corpo até a esfera, neutralizando-a.

4. Com esse eletroscópio podemos determinar o sinal da carga de um objeto eletrizado?

Sim. Como exemplo temos a eletrização de um canudo de plástico com papel higiênico, o canudo fica eletrizado negativamente. Por outro lado, se eletrizarmos um bastão de vidro com papel higiênico, ele ficará eletrizado positivamente.



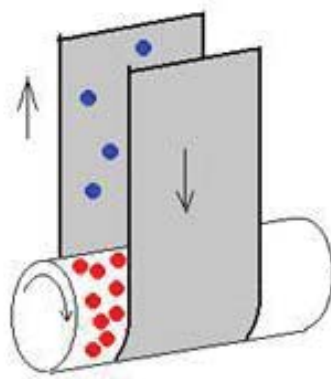
Processo realizado para fazer com que a esfera fique neutra novamente.

Observações:

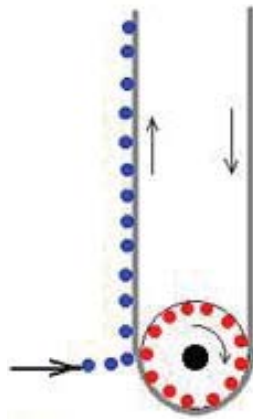
- Ao montar o “Eletroscópio de Folhas” o vidro não poderá estar úmido, pois se isso acontecer o ar no seu interior se tornará condutor impedindo que as tiras de folhas de alumínio se afastem ;
- Pode-se fazer uma bolinha apenas de folha de alumínio, isso não impedirá de observar o fenômeno das folhas de alumínio se afastando;
- Observe que quando se aproxima o canudo eletrizado negativamente da esfera as tiras de alumínio se afastam, uma da outra e, quando afastamos o canudo da mesma, as tiras de alumínio volta ao seu estado normal;
- Pede-se que realize a experiência com o eletroscópio de folhas dentro do vidro, pois isso impedirá com que haja a interferência do ar no mesmo. Porém, se você realizar a experiência num local fechado sem interferência do ar o eletroscópio de folhas funciona fora do vidro;
- Realizei a experiência num dia seco e chuvoso e pude concluir que no dia chuvoso o experimento não funcionou, pois a umidade do ar e a densidade aumentam e a pressão diminui fazendo com que o ar se torne condutor e conseqüentemente fazendo com que o experimento não funcione. E no dia seco (de sol) o experimento funcionou, fazendo com que concluísse que o dia favorável de realizar o experimento é num dia seco (de sol).

### APPLETS DE ENSINO

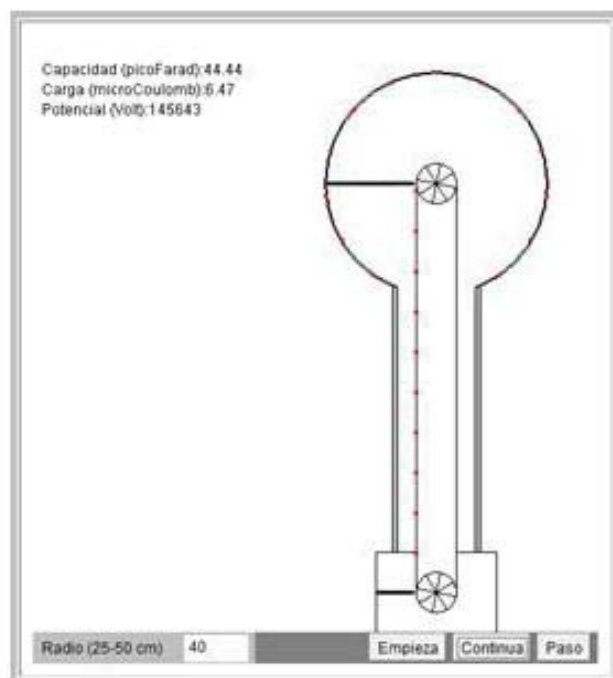
7. Acesse “O gerador de Van der Graaff” disponível no link: <[http://www.fisica.ufs.br/egsantana/electromagnet/campo\\_electrico/graaf/graaf.htm](http://www.fisica.ufs.br/egsantana/electromagnet/campo_electrico/graaf/graaf.htm)>. Ver as explicações sobre força eletromotriz e eletrização.



Disponível em <[http://www.fisica.ufs.br/egsantana/electromagnet/campo\\_electrico/graaf/graaf.htm#El generator de Van de Graaf](http://www.fisica.ufs.br/egsantana/electromagnet/campo_electrico/graaf/graaf.htm#El%20generador%20de%20Van%20de%20Graaf)>

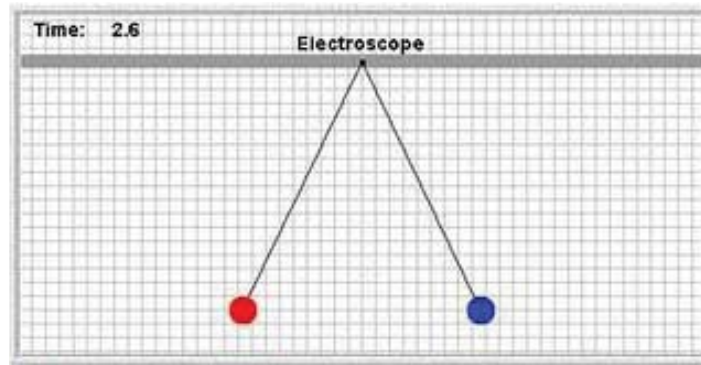


Disponível em <[http://www.fisica.ufs.br/egsantana/electromagnet/campo\\_electrico/graaf/graaf.htm#El generador de Van de Graaf](http://www.fisica.ufs.br/egsantana/electromagnet/campo_electrico/graaf/graaf.htm#El%20generador%20de%20Van%20de%20Graaf)>



Disponível em <[http://www.fisica.ufs.br/egsantana/electromagnet/campo\\_electrico/graaf/graaf.htm#El generador de Van de Graaf](http://www.fisica.ufs.br/egsantana/electromagnet/campo_electrico/graaf/graaf.htm#El%20generador%20de%20Van%20de%20Graaf)>

8. Explore o projeto Cabrillo disponível no link: <[http://www.cabrillo.edu/~jmccullough/physlets/electrostatics/electrostatics\\_9.html](http://www.cabrillo.edu/~jmccullough/physlets/electrostatics/electrostatics_9.html)>



Disponível em <[http://www.cabrillo.edu/~jmccullough/physlets/electrostatics/electrostatics\\_9.html](http://www.cabrillo.edu/~jmccullough/physlets/electrostatics/electrostatics_9.html)>

Descrição:

Duas esferas carregadas iguais de massa igual a 500 g, fixas a bastão rígidos, formam um eletroscópio (posição em cm e tempo em s). Você pode arrastar as esperas para qualquer posição desejada, antes ou durante a animação. Você também pode amortecer o movimento clicando no botão “*Damp velocity*” (Amorteça a velocidade).

Pergunta:

Determine a carga de cada esfera.

## VÍDEOS DE ENSINO

9. Assista aos vídeos selecionados abaixo e depois da exibição faça uma análise globalizante, enfatizando os seguintes aspectos:

- positivos
- negativos
- principais ideias transmitidas
- elementos que chamam mais atenção
- conseqüências e aplicações na nossa vida
- o que vocês mudariam neste vídeo

- Vídeo sobre eletricidade estática da série “O Universo Mecânico”. Pode ser visto no link <<http://www.youtube.com/watch?v=XPXm76NpiZA>>

- Aula com duração de 9min57seg sobre eletrização. Pode ser visto no link: <<http://www.youtube.com/watch?v=LtjCMn99xgA>>

- Aula com duração de 10min. Pode ser visto no link <<http://youtu.be/MKmvAjm3YJ4>>

- Aula com duração de 11min sobre corrente elétrica, entrevistas, definição, aplicações, analogias, exercícios e trechos de vídeos. Pode ser visto no link <<http://youtu.be/0vTq12VCygo>>



## CONCLUSÃO

O estudante e futuro professor deve ter ficado ciente e alerta para os problemas da transposição didática. Alerta para o fato de que, muitas vezes, ao se ministrar uma disciplina estamos usando conceitos externos (fora do escopo) desta para ilustrá-la ou explicá-la. Depois desta aula, poderá surgir o questionamento de como podemos ficar alerta para este fato, já que este pode estar influenciando no grau de dificuldade do aprendizado do aluno.

Com a análise dos experimentos de baixo custo e dos recursos de multimídias que colocamos no final da aula o futuro professor deve ter ficado com algumas boas idéias de como este pode enriquecer uma aula sobre o tema eletrização e carga elétrica.

### COMENTÁRIOS SOBRE AS ATIVIDADES

Em geral os alunos que fazem o curso de Licenciatura em Física tiveram um curso muito superficial ou não tiveram nenhuma aula de Física. Se tiveram, usaram algum livro texto tradicional, onde a Física é apresentada como uma coleção de definições e fórmulas para ser aplicada em problemas e exercícios. Assim, a maioria deles só possui o conhecimento de Física dado na universidade. Com a discussão que trouxemos, procuramos mostrar que temos sempre que avaliar quais são os conceitos utilizados ao ensinar um tema da física e que sempre podemos simplificar e ilustrar ao máximo cada aula de física.



### RESUMO

Nesta 1ª aula começamos a avaliar o problema da transposição didática na disciplina de Física. Para isso apresentamos um texto sobre eletrização que usa o modelo atômico e em seguida fazemos uma adaptação desse mesmo texto tirando o modelo atômico de sua explicação para que você avalie as vantagens e desvantagens de se fazer uma abordagem mais próxima dos fatos históricos e de uma que leve em conta mais os fatos atuais.

Em seguida, apresentamos vários experimentos de baixo custo para que o aluno explore as possibilidades que estes oferecem para se ministrar um curso usando mais ferramentas fenomenológicas e menos formais. Colocamos dois excelentes *applets* de ensino como recurso de simulação de fenômeno físico para ser explorado pelo futuro professor. Não colocamos mais, pois a maioria deles serve mais para explicar a lei de *Coulomb* do que o fenômeno da eletrização.

Como há ótimos vídeos de ensino colocamos alguns deles como referência e deixamos sua exploração como atividade para os estudantes. No curso de Instrumentação I não usamos os vídeos didáticos como ferramenta didática principal.

### RESPOSTA ÀS ATIVIDADES

1. Não, pois como fizemos no texto dois podemos explicar o fenômeno da eletrização somente usando os fatos fenomenológicos.
2. O texto 1, pois apresenta menos conceitos.
3. Certamente confundir.
4. Tem que fazer.

### REFERÊNCIAS

ALUNOS ONLINE, Seu Portal de Educação. **Isolantes e Condutores**. Disponível em: <<http://www.alunosonline.com.br/fisica/isolantes-e-condutores/>>. Acesso em: 18 de Junho de 2009.

FEIJO, Luiz Alberto. **Experimentos com Alta Tensão: Eletroscópios – Construção de Eletroscópio de Folhas**. 08 de Junho de 2007. Disponível em: <<http://www.teclas.org/chispas/Eletroscopios>>. Acesso em: 09 de Junho de 2009.

FISLET, **Física com Applets**. Disponível em: <<http://fislet.blogspot.com/2011/04/11-carga-eletrica.html>>. Acesso em: 15/10/2011.

GARCIA, A. F.; SANTANA, E. G. **O gerador de Van der Graaff**. Universidade Federal de Sergipe – UFS. Disponível em: <[http://www.fisica.ufs.br/egsantana/electromagnet/campo\\_eletrico/graaf/graaf.htm](http://www.fisica.ufs.br/egsantana/electromagnet/campo_eletrico/graaf/graaf.htm)>. Acesso em 15/10/2011.

LEMES, Maurício Ruy – Eletricidade. P. 26. Disponível em: <<http://www.idesa.com.br/disciplinas/fisica/apostilas/Eleto.pdf>>. Acesso em: 15/10/2011.

MARTINS, José Eduardo; PINTO, Kelson Rosa; E SILVA, Wander de Moura – Universidade de Brasília – UNB. **Eletroscópio de Folhas - Guia de Construção – O que é?** Instituto de Física – Licenciatura em Física – Noturno. Materiais Didáticos para o Ensino de Física. Disponível em: <<http://servlab.fis.unb.br/matdid/12000/kelwan/eletro/eletroscopio.html>>. Acesso em: 09 de Junho de 2009.

NUNES, Luiz Antônio de Oliveira; ARANTES, Alessandra Riposati. **Física em casa**. São Carlos: USP/Instituto de Física, 2006.

PONTO CIÊNCIA, **Várias experiências em um só lugar – Experimentos – Processos de Eletrização** - Cadastrada por Amadeu Albino Júnior em 31/03/09, atualizado em 10/04/09. Disponível em: <<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=223&PROC>>

ESSOS+DE+ELETRIZACAO++PARTE+12>. Acesso em: 15/10/2011.  
PROJETO CABRILLO. Electrostatics Problem 9. Disponível no link: <[http://www.cabrillo.edu/~jmccullough/physlets/electrostatics/electrostatics\\_9.html](http://www.cabrillo.edu/~jmccullough/physlets/electrostatics/electrostatics_9.html)>. Acesso em 15/10/2011.

SILVA, Nilson Oliveira da; PEREIRA, Liliane do Nascimento; e LANGARO, Ana Paula - Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul – UMS. **Feira de Ciências – Detector de cargas “Eletroscópio de folhas”** – Licenciatura em Física – Noturno, 26/08/2009. Disponível em: <<http://fisica.uems.br/aprenda/eletroscopio/>>. Acesso em 15/10/2011.

VIEIRA, Emerson Canato – Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul - UMS. **Laboratório de Física II - Curso de Física – Processos de Eletrização**, 26/09/2009. Disponível em: <<http://fisica.uems.br/arquivos/labfis2/eletrizar.pdf>>. Acesso em: 15/10/2011.

YOUTUBE. 28 - **O Universo Mecânico - Eletricidade Estática (4:3)**. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=XPXm76NpiZA>>. Acesso em: 15/10/2011.

\_\_\_\_. **Física – Eletrização e força eletrostática – Parte 1 e 2**. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=LtjCMn99xgA>>. Acesso em: 15/10/2011.

\_\_\_\_. **Física - Carga e Corrente Elétrica - Parte 1 – 2**. Disponível em: <<http://youtu.be/MKmvAjm3YJ4>>. Acesso em: 15/10/2011.

\_\_\_\_. **Física 52 - Corrente elétrica Parte 1**. Disponível em: <<http://youtu.be/0vTq12VCygo>> . Acesso em: 15/10/2011.

WIKIPÉDIA, A enciclopédia livre. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Eletrosc%C3%B3pio>>. Acesso em: 09 de Junho de 2009.

\_\_\_\_. **Redirecionado de Francis Hauksbee**. Disponível em: <<http://translate.google.com.br/translate?hl=pt-BR&sl=en&u=http://en.wikipedia.org/wiki/FrancisHauksbee&ei>>. Acesso em: 10 de Junho de 2009.