
LABORATÓRIO CASEIRO: ELETROSCÓPIO GIGANTE⁺*

Francisco Catelli

Universidade de Caxias do Sul

Caxias do Sul – RS

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Porto Alegre – RS

Vinicius Cappellano de Franco

Escola Estadual de Ensino Médio Santa Catarina

Universidade de Caxias do Sul

Caxias do Sul – RS

Resumo

É descrito um eletroscópio, de baixo custo e de grandes dimensões, adequado para demonstrações e para o desenvolvimento de investigações sobre fenômenos eletrostáticos em sala de aula. Os resultados são bastante convincentes, e o funcionamento do dispositivo é praticamente imune a problemas de umidade do ar.

Palavras-chave: *Eletrização por atrito, eletrização por indução, polarização, eletroscópio.*

Abstract

A low cost and oversized electroscopes, suitable for classroom demonstrations and for the development of inquiries on electrostatic phenomena is described. The results are very convincing, and the functioning of the device is practically immune to air humidity.

Giant electroscopes

* *Recebido: julho de 2006.*

Aceito: novembro de 2006.

Keywords: *Electrostatic charge by attrition, charge induction, polarization, electroscope.*

I. Introdução

Em um artigo de Gibsonⁱⁱⁱ, no qual era feita a descrição de uma versão para demonstração do experimento de Oersted executada com a ajuda de uma “bússola gigante”, chamou-nos a atenção a grande sensibilidade desta, em função do atrito – muito pequeno – entre duas calotas esféricas de vidro (o conhecido “vidro de relógio” dos laboratórios de química). Surgiu então a idéia: se o sistema era eficiente na detecção de forças magnéticas, por que não experimentá-lo com forças eletrostáticas? E, à semelhança da bússola, por que não um “eletroscópio gigante?” Pensando nisso, e após várias tentativas e erros, chegamos a uma versão do eletroscópio cujo funcionamento é absolutamente empolgante. Ele se presta tanto para a investigação quanto para a demonstração de praticamente todos os fenômenos mais importantes da eletrização.

II. Detalhando a construção do eletroscópio gigante

A parte móvel é construída com um cano de PVC de 20 mm de diâmetro e 60 cm de comprimento, como os usados em instalações hidráulicas. As dimensões aqui sugeridas podem ser modificadas ao gosto do “construtor” sem que o funcionamento fique sensivelmente afetado. Todos os tipos de canos de PVC (dutos para fios elétricos, de cores cinza ou preto, canos azuis, canos brancos de parede mais fina e de diâmetros maiores) que testamos funcionam bem. Como o movimento do eletroscópio é de rotação, como se fosse uma grande bússola, é conveniente evitar canos de massa muito grande: as respostas são mais lentas, devido à inércia.

Vamos, então, à construção: providencie inicialmente um tijolo (ou um objeto rígido semelhante), de uns 10 cm da largura por 5 cm de altura, e um pano úmido. Marque a metade do cano e aqueça em seguida esta região na chama de um fogão a gás ou no jato de uma pistola de ar quente, tomando o cuidado de não elevar demasiadamente a temperatura do PVC. Para que isso não aconteça, mantenha o cano girando ao redor de seu eixo enquanto ele aquece e não o aproxime excessivamente da chama. Uma vez o cano suficientemente aquecido, deforme a parte central apertando-a contra o tijolo, como na Fig. 1. (Use a marca central do cano como referência.) Faça esta operação com o auxílio do pano úmido, o qual protegerá as mãos, além de tornar o resfriamento do cano mais rápido.

Em seguida, corte um bastão feito de um pedaço reto de uns 30 cm do mesmo cano usado para confeccionar o eletroscópio. Providencie também uma régua de 30 cm, de acrílico^{iv} (melhor ainda, um bastão deste mesmo material). Uma lente^v (de vidro) de um par de óculos fora de uso, um copo, também de vidro e com o fundo plano e liso, e algumas folhas de papel toalha completam o material necessário.

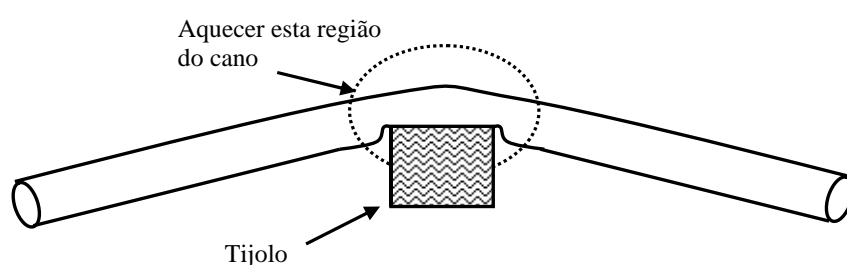


Fig. 1 – A figura mostra o cano sendo dobrado. Ele foi girado em torno de seu eixo durante o aquecimento, dobrado contra o molde de madeira e, após, esfriado com um pano umedecido.

A suspensão de baixo atrito pode ser conseguida apoiando o cano sobre a lente de óculos (de vidro), e esta sobre o fundo (liso) de um copo, também de vidro, como mostrado na Fig. 2. Se desejado, as bordas da lente podem ser coladas no cano com cola quente, ou mesmo fita adesiva.

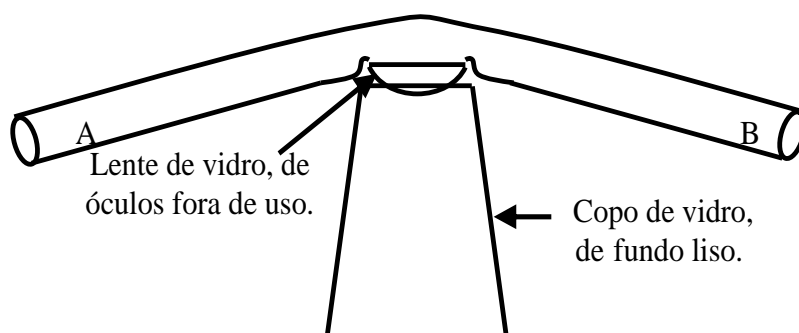


Fig. 2 – O eletroscópio gigante completo (fora de escala). A parte móvel de eletroscópio tem seu centro de massa situado abaixo do ponto de apoio (a parte inferior da lente de vidro), o que permite o equilíbrio e a estabilidade mecânica do aparelho. O cano de PVC não deve tocar no copo.



Fig. 3-a

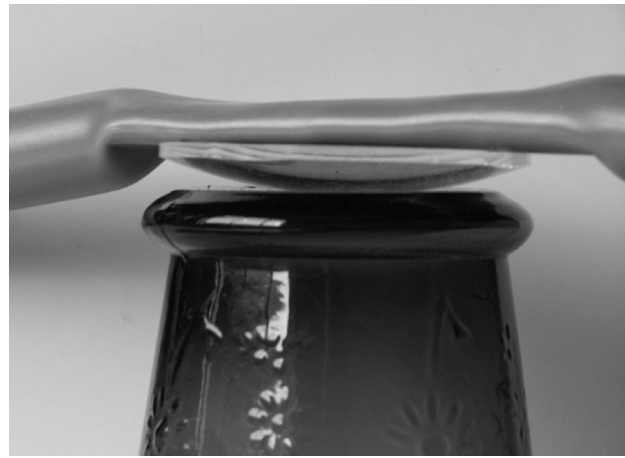


Fig. 3-b



Fig. 3-c

Fig. 3 – a) O eletroscópio montado, bastão de PVC, bastão e régua de acrílico, papel toalha. b) Detalhe da suspensão de baixo atrito: o contato se dá entre duas superfícies de vidro de área comum muito pequena. c) Um modelo “de luxo”, feito com uma lâmina de acrílico, dobrada por meio de uma pistola de ar quente. Neste caso, a suspensão de baixo atrito é feita através de uma esfera de aço de 1 cm de diâmetro, encaixada num orifício de 0,8 cm de diâmetro, feito no centro do eletroscópio. O funcionamento deste modelo é excelente.

Se necessário, corte pequenos pedaços de uma ou outra das extremidades do cano (use uma serra de dentes pequenos) de modo que ele fique balanceado quando colocado sobre a lente de óculos e sobre o copo, como nas Fig. 2 e 3.

III. Descrição de alguns experimentos com o eletroscópio gigante

Descrevemos aqui apenas alguns experimentos que nos parecem mais importantes; outros tantos certamente poderão ser “inventados” pelo leitor!

1- Atrite fortemente (por exemplo, com papel toalha) a extremidade “A” do eletroscópio (Fig. 2). Atrite em seguida o bastão de cano de PVC e

aproxime-o da extremidade A, sem tocá-la. (Para obter um efeito maior, coloque o bastão bem próximo da parte móvel do eletroscópio, e paralelo a ela). O efeito de repulsão é espetacular: o eletroscópio põe-se a girar, no início lentamente, e depois cada vez mais rápido. Para que a demonstração seja mais convincente, faça o eletroscópio parar; em seguida aproxime novamente o bastão eletrizado, fazendo com que o giro se dê agora no sentido oposto. Peça aos alunos que executem eles mesmos a “façanha”. Experimente agora aproximar o bastão eletrizado (se necessário, atrite-o novamente) da extremidade B do eletroscópio, não carregada eletricamente. O efeito de atração que se manifesta não é tão intenso como o de repulsão, mas é perfeitamente visível^{vi}. Para descarregar o eletroscópio ou o bastão, segure-os com as mãos, mudando-as de posição sucessivamente até atingir toda a superfície. Repita a operação se necessário.

2- Atrite novamente a extremidade “A” do eletroscópio e, em seguida, a régua (ou bastão) de acrílico. Aproxime-a em seguida da extremidade atritada do eletroscópio. Em vez da repulsão, você terá agora uma forte atração! Isto mostra que o eletroscópio, quando atritado com toalha de papel, fica carregado com carga de um sinal, mas a régua de acrílico, atritada com o mesmo tipo de papel, fica com carga de sinal oposto!^{vii} Verifique também que, como em (1), a régua de acrílico também atrai a extremidade “B”, não carregada eletricamente, do eletroscópio.

3- O eletroscópio é tão sensível que é possível movimentá-lo com a própria mão, mas sem tocar nele! Proceda da seguinte maneira: atrite fortemente a extremidade “A” do eletroscópio, apóie-o sobre o copo, e em seguida aproxime a palma de uma das mãos da extremidade atritada do eletroscópio, sem tocá-lo. Este (como num passe de mágica...) é atraído e se põe a girar!

IV. Conclusão

Podem ser explorados com esta demonstração todos os conceitos básicos da eletrostática: eletrização por atrito, atração e repulsão de cargas, eletrização por indução, polarização. A construção do eletroscópio é simples e seu funcionamento, bastante confiável. O custo do material é muito baixo e as demonstrações não exigem nenhuma habilidade especial. Em todos os testes feitos até o momento (dezenas deles!), nas mais diversas condições de umidade do ar, o funcionamento foi perfeito (ao contrário dos experimentos com o gerador de Van der Graaf, que parece ser bem mais sensível aos fatores climáticos.) Em uma única ocasião os resultados não foram convincentes. Uma breve investigação

apontou o responsável: o cano de PVC. Havíamos empregado na construção um cano velho, exposto durante muito tempo ao sol e às intempéries. A substituição deste cano por um novo levou novamente aos resultados aqui descritos.

Os próprios alunos podem fabricar o eletroscópio, talvez um para cada grupo de três ou quatro alunos; os princípios físicos envolvidos na eletrização poderão emergir de um processo de investigação, orientado quando necessário pelo professor. Por fim, cabe citar que a motivação dos estudantes é sempre muito grande, seja quando a atividade é demonstrativa, seja quando eles mesmos investigam. O ponto alto sempre é a rotação do eletroscópio, provocada apenas pela proximidade da mão do experimentador. Esta verdadeira “magia” invariavelmente provoca “ahas” de surpresa e curiosidade. Quando é o professor que executa a demonstração, os alunos em geral não acreditam, e querem eles mesmos fazê-la. A diversão está garantida, cabe apenas não perder a ocasião e motivar ainda mais os alunos a se interessarem pela Física...

ⁱⁱⁱ GIBSON, F. M.; MACINNES, I. Symmetry in electromagnetism – a new magnetic needle. **The Physics Teacher**, v. 38, p. 316-317, mai. 2000.

^{iv} As réguas comuns, de plástico injetado, não produzirão o efeito descrito. As réguas de acrílico, mais caras e de melhor qualidade, apresentam o comportamento descrito. Uma tira de acrílico, de uns 4 cm por 30 cm, e de uma espessura de uns 4 mm pode ser adquirida em uma loja de boxes para banheiros, por exemplo. Neste caso, não esqueça de lixar as arestas, evitando assim ferimentos na hora de atritá-la.

^v A lente pode ser adquirida numa óptica. Esta lente (de qualquer grau), antes de ser cortada para a colocação na armação dos óculos, tem forma de disco, o que facilita um pouco a montagem do eletroscópio. Os chamados “vidros de relógio”, comuns em laboratórios de química, também dão excelentes resultados. É claro que lentes de vidro, obtidas de óculos fora de uso, também funcionarão.

^{vi} A atração se dá por polarização das moléculas da parte não atritada do cano (veja, por exemplo, o capítulo 17 de: MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Física III**. S. Paulo: Ed. Scipione, 2000. p. 20 e seguintes.) Outro experimento que mostra de maneira empolgante a eletrização por indução consiste em fazer rolar sobre uma mesa (plana e lisa) uma lata (não eletrizada), aproximando o bastão (cano de PVC), previamente eletrizado, como na Fig. 4.

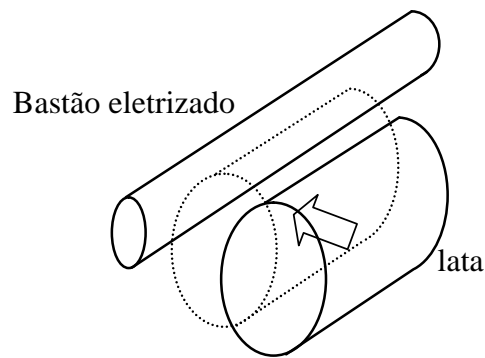


Fig. 4 – Uma lata metálica (não eletrizada) rola, atraída por um bastão eletrizado. A superfície de apoio deve ser plana e lisa. Para que a demonstração se torne mais convincente, convém fazer a lata rodar primeiro num sentido, e depois no sentido contrário.

vii Uma pergunta que surge invariavelmente é: qual o sinal das cargas do eletroscópio, quando atritado? Uma maneira prática de determiná-lo consiste no uso de uma pequena lâmpada néon, destas usadas em chaves de teste. Elas podem ser encontradas facilmente em lojas de eletrônica. (Não use a lâmpada para a determinação do fio fase e do fio neutro da rede elétrica: isto pode ser perigoso). Para descobrir o sinal da carga, por exemplo, do bastão de PVC, atrite-o fortemente com a toalha de papel, e em seguida aproxime dele a lâmpada néon, segurando-a por um de seus terminais. Observe agora a lâmpada, com atenção: o eletrodo que emitir luz é o que está em contato com (ou próximo ao) corpo carregado negativamente. Se, por exemplo, o eletrodo que emitir luz for aquele que está em sua mão, esta terá polaridade negativa, e o bastão terá carga positiva. Se a luz for emitida pelo eletrodo próximo ao bastão, então este terá carga negativa. Nem sempre é muito fácil discernir qual dos dois eletrodos da lâmpada de néon brilha mais: observar o fenômeno em um lugar mais escuro às vezes ajuda. Pode-se também usar uma lupa de aumento. Para mais detalhes sobre a determinação do sinal da carga de objetos eletrizados, veja, por exemplo: CHEN, X. Y.; WANG, X. Detecting the polarity of an electric charge. **The Physics Teacher**, v. 37, p. 344, set. 1999. Em testes por nós efetuados, determinamos que o sinal do excesso de carga no bastão de PVC é negativo, quando este é atritado com papel toalha. O sinal do excesso de carga no bastão de acrílico, também atritado com papel toalha, é positivo. O uso de um eletrômetro eletrônico (Basic Electrometer PASCO ES 9078) confirmou os sinais determinados acima. A lâmpada néon também é perfeita para a detecção da polaridade da esfera de um gerador de Van der Graaf.