

Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Graduação em Física

EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA O
ENSINO DE ELETROSTÁTICA NO NÍVEL FUNDAMENTAL

Rodrigo Felipe Cruz Moreira

Prof. Dr. Eugenio Maria de França Ramos

Rio Claro (SP)

2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

Rodrigo Felipe Cruz Moreira

EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE
ELETROSTÁTICA NO NÍVEL FUNDAMENTAL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Geociências e
Ciências Exatas - Campus de Rio Claro,
da Universidade Estadual Paulista Júlio
de Mesquita Filho, para obtenção do grau
Licenciado em Física.

Rio Claro - SP

2011

530.07 Moreira, Rodrigo Felipe Cruz
M839e Experimentos de baixo custo para o ensino de
eletrostática no nível fundamental / Rodrigo Felipe Cruz
Moreira. - Rio Claro : [s.n.], 2011
47 f. : il., figs., quadros

Trabalho de conclusão de curso (licenciatura - Física) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e
Ciências Exatas

Orientador: Eugenio Maria de França Ramos

1. Física - Estudo e ensino. 2. Biblioteca de experimentos.
3. Ensino lúdico. 4. Física. I. Título.

RODRIGO FELIPE CRUZ MOREIRA

EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE ELETROSTÁTICA NO NÍVEL FUNDAMENTAL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Geociências e
Ciências Exatas - Campus de Rio Claro,
da Universidade Estadual Paulista Júlio
de Mesquita Filho, para obtenção do grau
de Licenciado em Física.

Comissão Examinadora

_____ (orientador)

Rio Claro, ____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

“Dedico este trabalho às minhas duas mães Badia e Edna, ao meu pai Ademir, ao meu irmão Gabriel, à todos da família Cruz que sempre torceram para que meus objetivos fossem alcançados. Aos grandes amigos que fiz em todos esses anos de graduação que nunca me deixaram desistir, à Tamara por ficar do meu lado em todos os momentos sejam eles bons ou ruins”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os que me ajudaram na elaboração deste trabalho: César Augusto, João Henrique, Rafael Bizão, Tamara Mendes e os alunos que fazem parte do programa PIBID CAPES”.

Obrigado, Eugenio Maria de França Ramos por tudo que me ensinou nesses anos e por todas as oportunidades que me concedeu.

“Deus ajuda quem estuda na madrugada”.

Rodrigo F. C. Moreira

RESUMO

A Experimentação para o ensino de física tem sido muito estudada ao longo dos anos devido ao seu potencial como ferramenta demonstrativa dos fenômenos físicos estudados em sala de aula. Em vista de tal perspectiva a ação do projeto de Iniciação a Docência que envolvem futuros professores de Física, no âmbito do Programa PIBID CAPES, desenvolvido desde 2009, busca formas de aperfeiçoar o Ensino de Física utilizando experimentos, o tema escolhido para o trabalho foi eletrostática. Neste trabalho em particular relatamos o desenvolvimento do projeto em uma escola Estadual que fica na cidade de Rio Claro, em duas salas do 9º ano do Ensino Fundamental. Pretende-se com as atividades de docência de Física neste nível de ensino, analisar duas maneiras distintas de apresentar o conteúdo de eletrostática de forma lúdica para os alunos do ensino fundamental e implementar uma biblioteca de experimentos de forma que os alunos possam levar os experimentos para suas casas.

Palavras-chave: Experimentação, Eletrostática, Física, Baixo Custo, Ensino fundamental.

ABSTRACT

The experimentation in the teaching of physics has been extensively studied over the years because of its potential as a tool demonstration of physics phenomena studied in classroom. In such a perspective view of the action of apprentice student involving teaching future teachers of physics, under the Program PIBID CAPES, developed since 2009, seeks ways to improve the teaching of physics experiments using the theme chosen for the electrostatic work was . In this particular work, we report the development of the project in a State School located in the city of Rio Claro, in two rooms in the 9th grade in elementary school. It is planned with the activities of teaching physics at this level of education, look at how two different ways of displaying the contents of electrostatics in a playful way for elementary students and implement a library of experiments so that students can take the experiments to their homes.

Keywords: Experiments, Electrostatics, Physics, Low Cost, Elementary school.

SUMÁRIO

Introdução	9
1 A Experimentação no Ensino de Ciências	11
1.1 <i>A Experimentação no Ensino de Física</i>	11
1.2 Construção de conceitos em eletricidade.....	13
2 A Eletrostática	15
2.1 <i>O Princípio da Eletrostática</i>	15
2.2 Tipos de eletrização	16
3 Materiais e métodos	23
3.1 <i>Os Experimentos</i>	25
3.2 <i>Canudinho Eletrostático</i>	25
3.3 <i>Eletroscópio de Folhas</i>	26
3.4 <i>Pêndulo Eletrostático Simples e Duplo</i>	29
3.5 <i>Igrejinha eletrostática</i>	30
3.6 <i>Capacitor</i>	30
3.7 <i>Eletróforo</i>	31
3.8 <i>Vetor Eletrostático</i>	32
3.9 <i>Gaiola de Faraday</i>	32
4 Aplicações em Sala de Aula	33
4.1 <i>Aula 1 - Canudinho Eletrostático</i>	33
4.2 <i>Aula 2 - Eletroscópio de Folhas</i>	36
4.3 <i>Aula 3 - Pêndulo Simples e Duplo</i>	38
4.4 <i>Aula 4 - Igrejinha Eletrostática</i>	41
4.5 <i>Aula 5 - Outros Experimentos</i>	43
5 Considerações Finais	45
Referências Bibliográficas	47

INTRODUÇÃO

O Ensino de Física na Educação Básica tem se mostrado pobre no que se diz respeito a experimentação. Em geral o foco da disciplina é voltado para decorar teorias e fórmulas e os alunos sequer vivenciam o que está descrito nos exercícios teóricos que lhes são cobrados. Em vista de tal perspectiva procuramos estudar uma forma de, através de experimentos, trazer um ambiente mais lúdico para a sala de aula e despertar o interesse dos alunos pelo aprendizado de física. Vale ressaltar que no Brasil esses conceitos não são vistos adequadamente no nível fundamental.

“A experimentação ocupou um papel essencial na consolidação das ciências naturais a partir do século XVII, ocorreu naquele período uma ruptura com as práticas de investigação vigentes, que consideravam ainda uma estreita relação da natureza e do homem com o divino, e que estavam fortemente impregnadas pelo senso comum. A experimentação ocupou um lugar privilegiado na proposição de uma metodologia científica, que se pautava pela racionalização de procedimento tendo assimilado formas de pensamento características, como a indução e a dedução”. (BACHELARD, 1996).

A forma e os meios com que a experimentação é empregada difere significativamente nas propostas investigadas, de modo que os trabalhos de diferentes autores apontam para diversas tendências no uso desta estratégia. Nesse sentido, o objetivo principal deste trabalho é comparar duas estratégias distintas para o ensino de eletrostática no nível fundamental através de experimentos de baixo custo, além de instalar uma biblioteca de experimentos na escola conforme concepções apresentadas por (FERREIRA, 2008). Para isso, articulamos o conteúdo de eletrostática com o de instrumentação para o ensino de física. As pesquisas foram realizadas através das

atividades de iniciação científica presentes no programa PIBID e desenvolvidas numa escola Estadual que possui 75 anos de fundação e exerce importante papel no processo educacional no município de Rio Claro SP, reconhecida pelos trabalhos direcionados à área social e localizada no bairro Santana, já foi laureada por três vezes com o Prêmio Construindo a Nação por seu projeto voltado aos idosos. Outro programa de destaque é o que aborda o meio ambiente. Desenvolvido em parceria com a Unesp, o projeto também prevê a distribuição de sacolas retornáveis, a escola atende atualmente a 630 alunos de 5ª a 8ª série.

1 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

O ensino de laboratório supõe que experiências diretas de observação e manipulação de materiais científicos sejam superiores a outros métodos de desenvolver a compreensão e o gosto pela ciência.

Pickering

A experimentação ocupou um papel essencial na consolidação das ciências naturais a partir do século XVII, na medida em que as leis formuladas deveriam passar pelo crivo das situações empíricas propostas, dentro de uma lógica indutivista de formulação de hipóteses e verificação de consistência. A partir daquele período a experimentação ocupou um lugar privilegiado na proposição de uma metodologia científica, que se pautava pela racionalização de procedimento tendo assimilado formas de pensamento características, como a indução e a dedução (BACHELARD, 1996).

Os experimentos para ensino de ciências podem ter a meta de demonstrar certos fenômenos aos alunos criando oportunidades para que eles pensem sobre o que está acontecendo. É de conhecimento dos professores de ciências o fato de a experimentação despertar um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização. Em seus depoimentos, muitos alunos também costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos. Por outro lado, não é incomum ouvir de professores a afirmativa de que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno em suas aulas.

Encontramos diversos trabalhos de especialistas sobre o assunto entre eles Shulman e Tamir(1973), que listaram cinco grupos de objetivos a serem alcançados com experimentação em ciências no Second Handbook of Research on Teaching.

- *“Habilidades - de manipular, questionar, investigar, organizar e comunicar;*
- *Conceitos - como hipótese, modelo teórico, categoria taxionômica;*
- *Habilidades cognitivas - pensamento crítico, solução de problemas, aplicação, análise, síntese;*
- *Compreensão da natureza da ciência - empreendimento científico, cientistas e como eles trabalham, existência de uma multiplicidade de métodos científicos, inter-relações entre ciência e tecnologia e entre as várias disciplinas científicas;*
- *Atitudes - como curiosidade, interesse, correr risco, objetividade, precisão, confiança, perseverança, satisfação, responsabilidade, consenso, colaboração, gostar de ciência ”. (SHULMAN e TAMIR, 1973).*

Devemos pensar na experimentação como “parceiro” das aulas expositivas uma complementação e não uma substituição total. Vale lembrar que na experimentação existe um fator tempo enorme para que se tirem conclusões sobre determinado experimento ou assunto e, que fenômenos não são descritos com poucos experimentos mas sim com uma enorme quantidade deles.

Teoricamente, a atividade do aluno, a natureza sensório-motor da experiência e a individualização do ensino de laboratório devem contribuir positivamente para aprendizagem. A informação, no entanto, geralmente não pode ser obtida tão rapidamente por experiência direta como através de abstrações apresentadas oralmente ou por escrito... Portanto, não é de se esperar que o ensino de laboratório tenha vantagens sobre outros métodos de ensino na quantidade de informação retida, na capacidade de aplicar o que foi aprendido, ou na verdadeira habilidade de observação ou manipulação de materiais[...] (GAGE, 1973). Pickering, identificou uma concepção errônea sobre o uso do laboratório no ensino de ciências:

“As atividades de laboratório, de alguma forma, “ilustram” aulas teóricas – uma função que (na opinião de Pickering) não é possível exercer através de simples exercícios feitos em uma tarde. Pickering argumentou que a maioria das teorias científicas está baseada em um grande número de experimentos muito sofisticados e sugeriu que, se tópicos tratados em aulas teóricas devem ser ilustrados, isso deve ser feito através de recursos audiovisuais ou de demonstrações”. (SHULMAN, 1973).

1.1 A Experimentação no Ensino de Física

As dificuldades e problemas que afetam o sistema de ensino em geral e particularmente o ensino de Física não são recentes e têm sido diagnosticados há muitos anos, levando diferentes grupos de estudiosos e pesquisadores como Nogueira (2006), Gaspar(1999) e Ramos(1990), a refletirem sobre suas causas e consequências.

As propostas que têm sido formuladas para o encaminhamento de possíveis soluções indicam a orientação de se desenvolver uma Educação voltada para a participação plena dos indivíduos, que devem estar capacitados a compreender os avanços tecnológicos atuais e a atuar de modo fundamentado, consciente e responsável diante de suas possibilidades de interferência nos grupos sociais em que convivem, (THOMAZ, 2000). Nessa direção, o entendimento da natureza da Ciência de um modo geral e da Física em especial constitui um elemento fundamental à formação da cidadania.

O uso de atividades experimentais como estratégia de Ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo consistente. Nesse sentido, no campo das investigações nessa área, pesquisadores têm apontado em literatura nacional recente a importância das atividades experimentais.

É possível constatar que o uso da experimentação como estratégia de ensino de Física tem sido alvo de inúmeras pesquisas nos últimos anos. Entretanto, a forma e os meios com que a experimentação é empregada difere significativamente nas propostas, de modo que os trabalhos de diferentes autores apontam para diversas tendências no uso desta estratégia. Usamos a experimentação no ensino de eletrostática, para tanto necessitamos esclarecer alguns conceitos.

1.2 Construção de conceitos em eletricidade

No estudo de eletricidade podemos considerar as:

- Interações;

- Transformações;
- Propriedades;
- Transferências;
- Diversas fontes e formas;
- Os modos que a energia se comporta em determinadas situações;
- Relações com o ambiente;
- Problemas sociais e ambientais relacionados à geração de energia;
- Distribuição;
- O Consumo e desperdício;
- A Produção e o descarte de resíduos relativos ao seu uso.

O estudo do conteúdo eletricidade leva os envolvidos no processo ensino aprendizagem, a um caminho muito amplo a ser investigado.

A energia utilizada para os mais variados fins, está a serviço dos seres humanos nos diferentes setores de atividade trazendo conforto e bem-estar. Ela tem importância evidenciada no uso que se faz dela no cotidiano do ser humano: iluminação, aquecimento, comunicação e nos aparelhos elétricos.

Apesar dessa importância e também da facilidade de uso na vida dos estudantes, há uma grande dificuldade em relacionar os conceitos usados na sala de aula com o seu cotidiano. A maneira como a eletricidade vem sendo ensinada, usando métodos como o isolamento dos conteúdos, memorização de conceitos sem se importar de onde surgiram e onde podem ser aplicados é o que torna o ensino desconexo do cotidiano do aprendiz. (BARBOSA, 2006).

Para a iniciação dos conceitos em eletricidade no nível fundamental desse trabalho foi escolhido o tema de eletrostática, vale ressaltar que esse conteúdo é comumente apresentado apenas a alunos do Ensino Médio em nosso caso será deixado de lado os modelos matemáticos envolvidos, o foco é o aprendizado lógico e a vivência do assunto em âmbito experimental.

2 A ELETROSTÁTICA

A eletricidade como ciência tem se referêcia que data de 600 a.C, quando os gregos observaram que uma pedra de âmbar, ao ser atritada com lã, adquiria a capacidade de atrair para si pequenos objetos. (<https://servlab.fis.unb.br>, acesso em 10/09/2011)

Quando um bastão de vidro é atritado com seda, adquire essa capacidade graças à passagem de algo, de um corpo para outro. Esse algo, transferido durante a fricção dos corpos é chamado genericamente de cargas elétricas, e os corpos nesse estado se encontram carregados de eletricidade, isto é, se encontram eletrizados.

Diversas teorias foram propostas para justificar tais fenômenos elétricos. No século XX o primeiro modelo atômico explicava da seguinte maneira: Todos os corpos são formados de átomos, os quais são constituídos de partículas elementares, sendo as principais: elétrons, prótons e nêutrons. Os prótons e os nêutrons acham-se localizados na parte central do átomo chamado de núcleo. Ao redor do núcleo movem-se os elétrons. Um próton em presença de outro se repelem, o mesmo acontecendo com os elétrons. Entre um elétron e um próton há atração.

Estes comportamentos são idênticos aos observados entre os bastões de vidro e os panos de lã. Para explica-los associa-se aos prótons e aos elétrons uma propriedade física denominada carga elétrica. Os prótons e os elétrons apresentam efeitos elétricos. Por esse motivo, há duas espécies de cargas elétricas: positiva (carga elétrica do próton) e negativa (carga elétrica do elétron) Os nêutrons não tem carga elétrica.

Quando o número de prótons é igual ao número de elétrons, e o átomo, como um todo, é eletricamente neutro.

Ao atritarmos o bastão de vidro e o pano de lã, ocorreu uma troca de elétrons entre o bastão e o pano de lã, de modo que um ficou com falta de elétrons e o outro com excesso de elétrons. Os corpos que apresentam excesso ou falta de elétrons são chamados de corpos eletrizados (GASPAR, 1999). Em nosso modelo didático tratamos tais fenômenos.

2.1 O Princípio da Eletrostática

A eletrostática é a parte da física que estuda as propriedades e a ação mútuas das cargas elétricas em repouso em relação a um sistema inercial de referência. O princípio da ação e repulsão diz que: cargas elétricas de mesmo sinal se repelem e cargas de sinais contrários se atraem.

O princípio da conservação das cargas elétricas diz: num sistema eletricamente isolado, a soma algébrica das cargas positivas e negativas é constante. Considere dois corpos A e B com cargas Q_1 e Q_2 respectivamente, admitamos que houve troca de cargas entre os corpos e os mesmos ficaram com cargas Q_1' e Q_2' respectivamente. Temos então pelo princípio da conservação das cargas elétricas que: $Q_1 + Q_2 = Q_1' + Q_2' = \text{constante}$.

➤ Condutores e isolantes:

Segurando uma barra de vidro por uma das extremidades e atritando a outra com um pano de lã, somente a extremidade atritada se eletriza. Isto significa que as cargas elétricas em excesso localizam-se em determinada região e não se espalham. Fazendo o mesmo com uma barra metálica, esta não se eletriza.

Repetindo o processo anterior, mas segurando a barra metálica por meio de um barbante, a barra metálica se eletriza e as cargas em excesso se espalham pela superfície. Os materiais, como o vidro, que conservam as cargas nas regiões onde elas surgem são chamados de isolantes ou dielétricos. Os materiais, nos quais as cargas se espalham imediatamente, são chamados de condutores. É o caso dos metais, do corpo

humano e do solo. Ao atritarmos a barra metálica, segurando-a diretamente com as mãos, as cargas elétricas em excesso espalham-se pelo metal, pelo corpo e pela terra que são condutores. Com isso, a barra metálica não se eletriza devido as suas dimensões serem reduzidas em relação as dimensões da Terra. Deste fato, se ligarmos um condutor eletrizado à terra, este se descarrega.

Quando um condutor estiver eletrizado positivamente, elétrons sobem da terra para o condutor, neutralizando seu excesso de cargas positivas. Quando um condutor estiver eletrizado negativamente, seus elétrons em excesso escoam para a Terra.

2.2 Tipos de eletrização

➤ Eletrização por contato:

Colocando-se em contato dois condutores, um eletrizado(A) e o outro neutro (B), este se eletriza com carga de mesmo sinal que A. De fato, se A estiver eletrizado positivamente, ao entrar em contato com B, atrai parte dos elétrons livre deste. Assim, A continua eletrizado positivamente, mas com carga menor e B, que estava neutro, fica eletrizado positivamente.

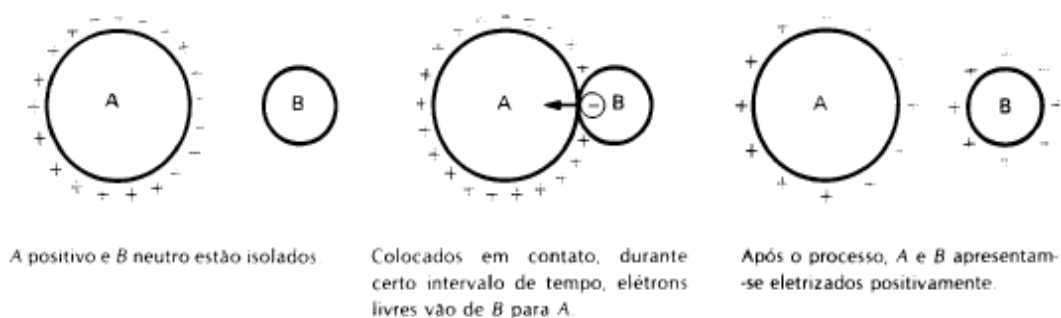


Figura 2.1 – Exemplo de eletrização por contato. *

Estando A eletrizado negativamente, seus elétrons em excesso estão distribuídos em sua superfície externa. Ao entrar em contato com B, esses elétrons em excesso espalham-se pela superfície externa do conjunto. Assim, A continua negativo, mas com um menor número de elétrons em excesso e B, que estava neutro, eletriza-se negativamente.

* Fonte: Todas as figuras deste capítulo foram retiradas de (<http://www.servlab.fis.unb.br>).

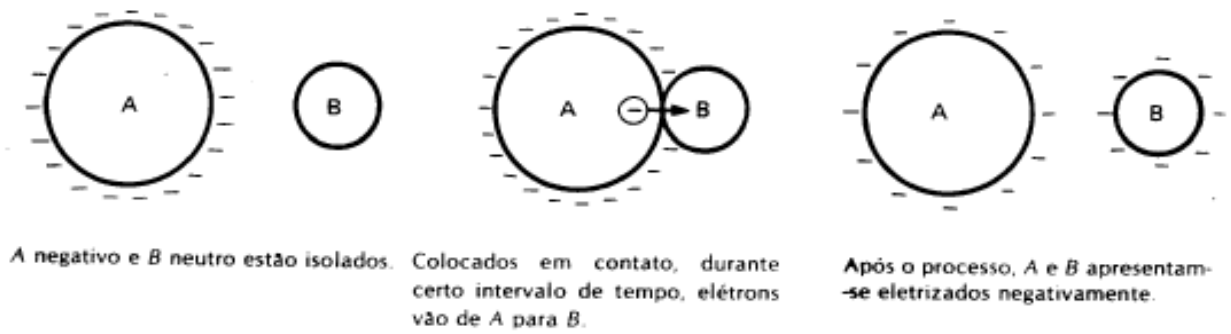


Figura 2.2 – Exemplo de eletrização por contato.

➤ Eletrização por indução:

Aproxime, sem tocar, um corpo A, eletrizado positivamente, de um condutor B, neutro. Os elétrons livres deste condutor são atraídos por A e se acumulam na região de B mais próxima de A. A região de B mais afastada fica com falta de elétrons e, portanto, excesso de cargas positiva. Este fenômeno é denominado indução eletrostática. O corpo eletrizado A é o indutor, e o condutor B, é o induzido.

Afastando-se o indutor, o induzido volta à situação inicial. Para que B fique eletrizado, deve-se, após aproximar A de B, realizar as seguintes operações:

Na presença do indutor liga-se o induzido à terra(basta encostar o dedo no induzido). Ligando o induzido à terra , escoam para a terra as cargas do induzido de mesmo sinal que a carga do indutor. Isto significa que elétrons sobem da terra e neutralizam a carga positiva induzida de B.

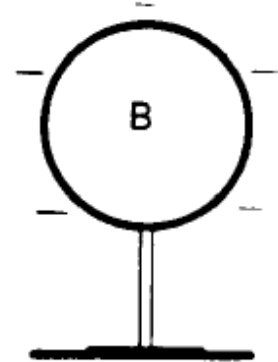


Figura 2.3 – Corpo carregado negativamente.

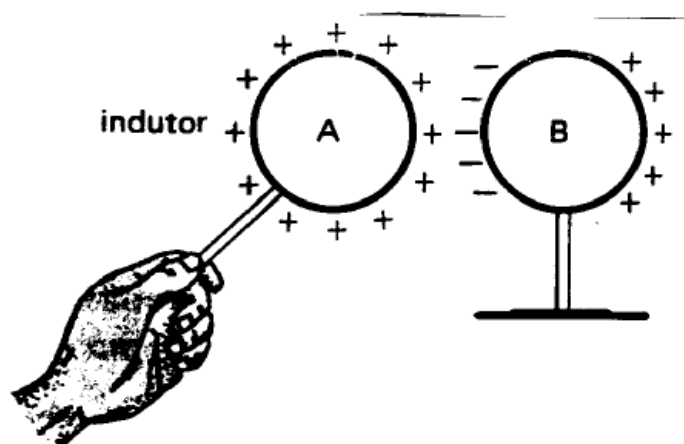


Figura 2.4 – Polarização de B na presença de A, eletricamente carregado.

Na presença do indutor, desfaz-se a ligação do induzido com a terra.

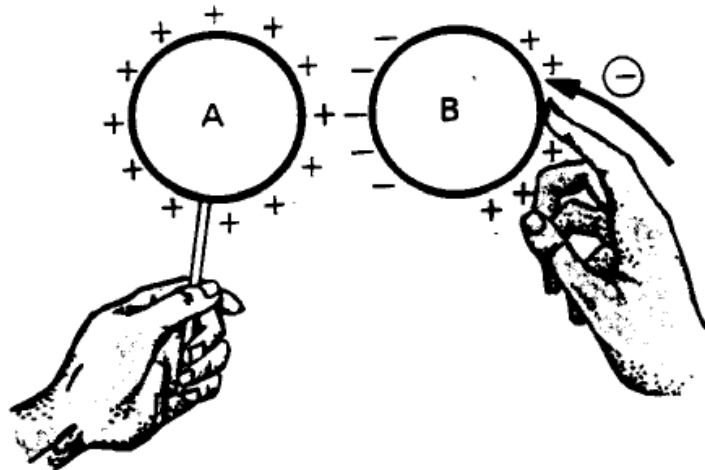


Figura 2.5 – Tocando B como na figura os elétrons passam da Terra para B.

Afasta-se o indutor. Os elétrons em excesso no induzido espalham-se imediatamente. Este é o processo de eletrização por indução.

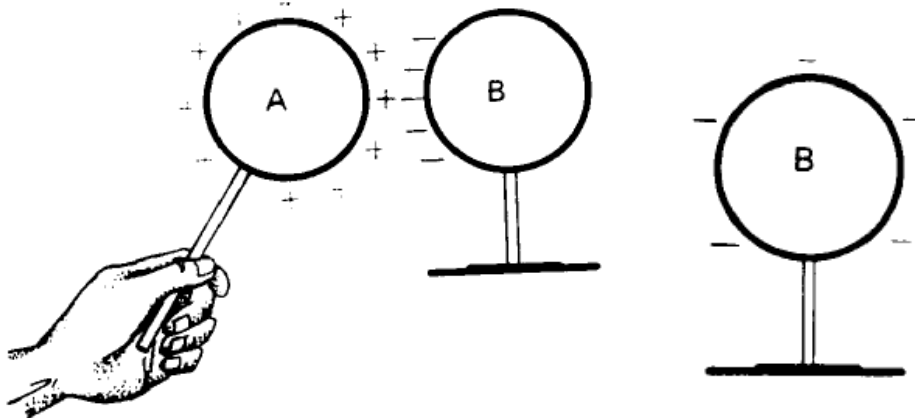


Figura 2.6 – Afasta-se o corpo induzido.

Considerando o indutor negativo. Note que ao ser efetuada a ligação do induzido com a terra, os elétrons, que constituem as cargas do induzido de mesmo sinal que a carga do indutor, escoam para a terra. No final do processo, B encontra-se eletrizado positivamente. OBS: Se B for tocado na parte negativa acontece o contrário:

Condutor B, neutro e isolado.

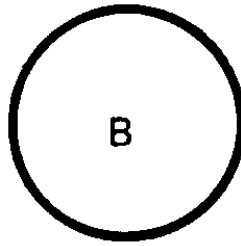


Figura 2.7 – Condutor B, neutro e isolado.

Aproximando A e B, ocorre indução eletrostática.

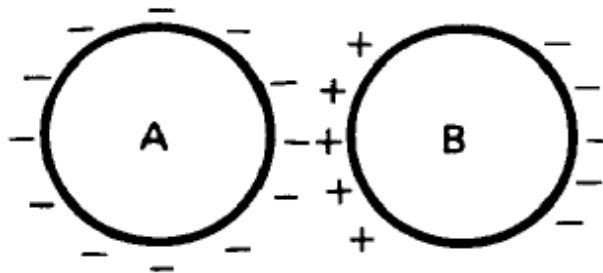


Figura 2.8 – Passo um, para carregar um corpo positivamente por indução..

Ligando B a terra, elétrons de B escoam para a terra.

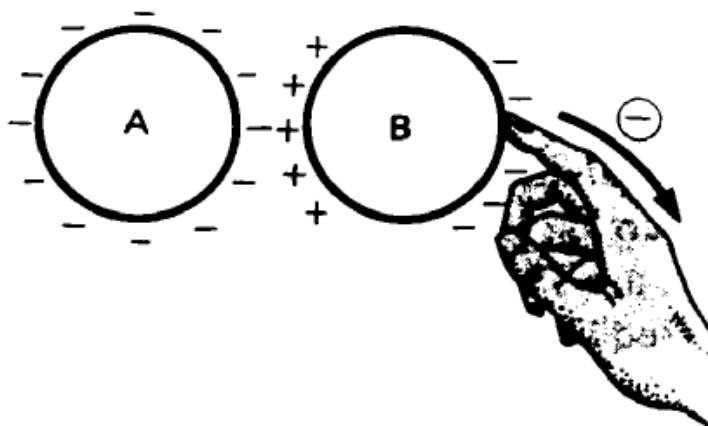


Figura 2.9 – Passo dois, para carregar um corpo positivamente por indução.

A ligação de B com a terra é desfeita.

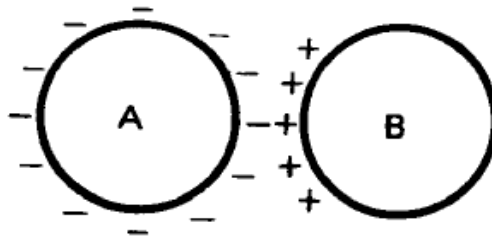


Figura 2.10 – Passo três, para carregar um corpo positivamente por indução.

O indutor A é afastado de B se eletriza positivamente.

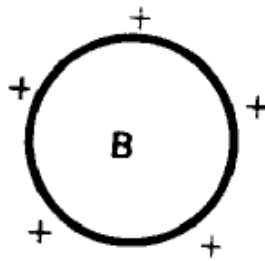


Figura 2.11 – Corpo carregado positivamente.

Dos casos aqui analisados, podemos concluir que na eletrização por indução, o induzido carrega-se com carga desejada de modo que onde o corpo induzido for tocado carregará positiva ou negativamente. A carga do indutor não se altera.

➤ Poder das pontas:

Sabe-se que num condutor carregado em equilíbrio, a carga elétrica se distribui apenas na superfície externa. Mas essa distribuição de carga só é influenciada no caso muito particular de um condutor esférico afastado da influência de outros condutores.

No caso mais geral, a distribuição das cargas elétricas é muito regular. Dai, ter-se definido uma nova grandeza, chamada densidade de carga superficial. Verificou-se experimentalmente que, quanto menor era o raio de curvatura de uma pequena região de um condutor carregado, maior era a densidade superficial de carga. Dai haver grande acúmulo de cargas elétricas nas regiões pontiagudas.

➤ Eletrização por Atrito:

Como o próprio nome diz, atritando-se, ou melhor, colocando-se dois corpos constituídos de substâncias diferentes e inicialmente neutros em contato muito próximo, um deles cede elétrons, enquanto o outro recebe. Ao final, os dois corpos estarão eletrizados e com cargas elétricas opostas.

A eletrização por atrito é mais intensa entre corpos isolantes do que entre condutores, pois nos isolantes as cargas elétricas em excesso permanecem na região atritada, ao passo que nos condutores, além de se espalharem por todo ele, há uma perda de carga para o ambiente.

Um exemplo comum que vamos utilizar durante todo o trabalho é atritarmos um pedaço de papel higiênico em um canudinho de refrigerante:

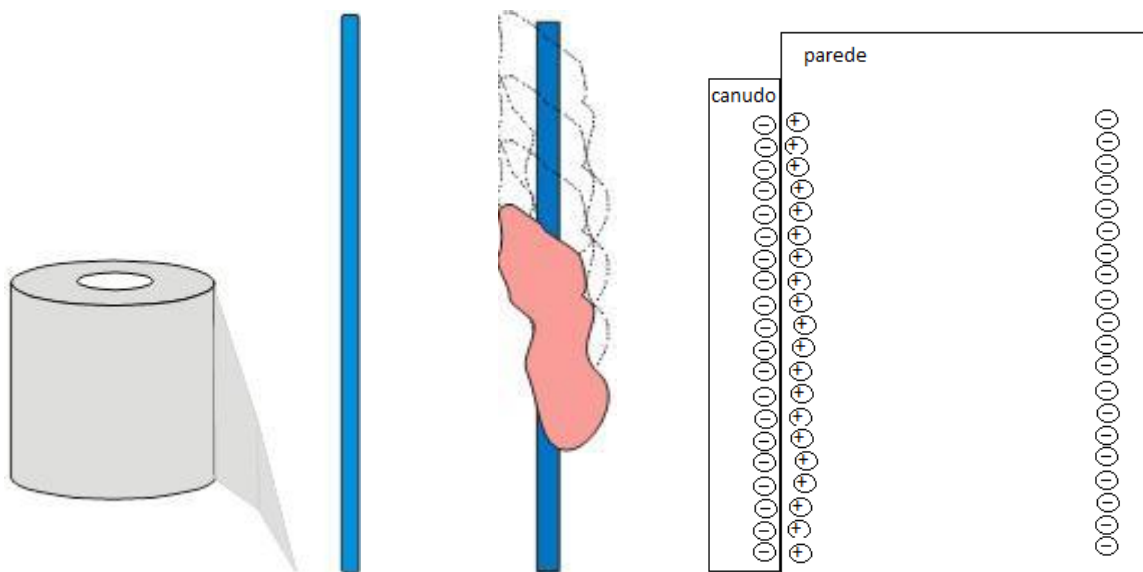


Figura 2.12 – Esquema de uma eletrização por atrito.

Fonte: (MORAIS DE SOUZA, 2011).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente selecionamos materiais didáticos experimentais de baixo custo que pudessem ser levados as escolas (FERREIRA & RAMOS, 2008), quais sejam.



Figura 3.1 – Caixa utilizada para guardar os experimentos.

Pêndulo Eletrostático Simples, Pêndulo Eletrostático Duplo, Vetor Eletrostático, Eletroscópio de folha, Igrejinha Eletrostática, Capacitor e Gaiola de Faraday.

Para desenvolvimento de tais protótipos foram utilizados materiais simples e de fácil acesso como: canudo de refrigerante novo, cartolina, fio de nylon de meia calça feminina, gesso, papel alumínio, tesoura, fita adesiva, papel de seda, colchetes de metal para papel, palha de aço e copo plástico para café.

Foram produzidas vinte unidades de cada experimento e colocados em caixas de papelão (figura 3.1[†]) unitárias, formando kits experimentais. Além dos experimentos, cada caixa contém um roteiro que apresenta instruções de manuseio dos mesmos e materiais extras, tais como canudos e papel higiênico.

Os experimentos assim organizados podem ser utilizados em demonstrações durante atividades didáticas, como experimentos de cátedra, ou utilizados em atividades de laboratório na própria sala de aula ou, por fim, serem

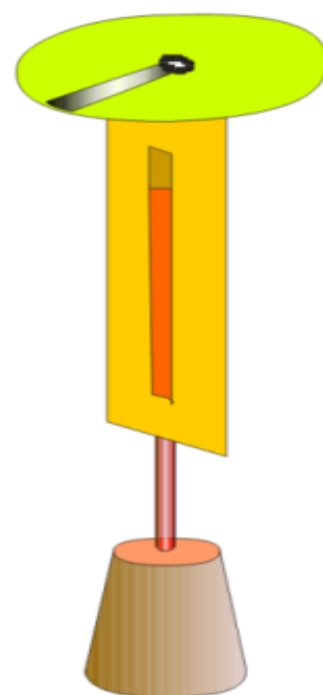


Figura 3.2 - Exemplo de experimento construído com material de baixo custo.

[†] Fonte: As ilustrações contidas neste capítulo foram feitas pelo grupo PIBID.

oferecidos aos alunos para os emprestem, opções sugeridas por Ferreira para enfrentar a falta de laboratórios didáticos nas escolas (FERREIRA, 1978).

Em nosso caso, os experimentos foram levados a escola E.E. Barão de Piracicaba e, com o acompanhamento da professora responsável pelas aulas de Ciências, utilizados em atividades didáticas em duas turmas distintas do sexto ano. Em cada sala foi adotada uma estratégia diferente: na primeira foi demonstrado o experimento e, em seguida, oferecidas caixas aos alunos; na segunda, a caixa foi entregue para os alunos realizarem o experimento seguindo o roteiro.

Ao final de cada experimento, os alunos foram questionados na tentativa de explicarem os experimentos segundo a perspectiva deles, sem nenhuma explicação anterior. As respostas realizaram-se na forma escrita.

Em geral foram utilizados materiais que podem ser encontrados em qualquer papelaria, são eles: canudinho de refrigerante, cartolina, fio de meia calça, base de gesso, papel alumínio, tesoura, fita adesiva, papel de seda, colchetes de metal, Bombril, copo plástico para sobremesa entre outros.

Após a utilização nestas duas formas, os experimentos eram devolvidos para suas caixas e deixados à disposição dos alunos da escola, criando a Biblioteca de Experimentos mencionada, da qual os alunos poderão levar os mesmos para a residência e devolvê-los posteriormente para o uso dos demais.

No caso de algum dano, por se tratarem de materiais confeccionados artesanalmente, os experimentos podem ser reparados pelos estagiários do projeto e devolvidos para a escola.

“Quando usamos os materiais de baixo custo nas demonstrações de conceitos em Física, não se trata de criar montagens que finjam funcionar, mas aproveitamos as suas características físicas partindo de um ponto de vista desafiador e curioso ao aluno. Nesses momentos podemos proporcionar ao aluno o acesso ao conhecimento e até mesmo dar-lhe subsídios para o seu desenvolvimento cognitivo. Não se trata de obrigar o aluno a aprender, mesmo porque isto não é possível, mas de "catalisar" este processo, mostrando que ele é capaz de aprender ao mesmo tempo que tem contato com diversas possibilidades de conhecimento. Trata-se, portanto de desvelar ao aluno e ao próprio professor que há uma perspectiva associada à aprendizagem”. (RAMOS, 1998).

3.1 Os Experimentos

Apresentaremos a seguir os experimentos de baixo custo utilizados neste trabalho, todos vem acompanhados de um roteiro específico parecido, de forma que neste trabalho explicitaremos apenas o roteiro do eletroscópio de folhas, os outros roteiros são similares e todos foram desenvolvidos pelo grupo do projeto PIBID(Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) da Unesp campus de Rio Claro.

A inclusão de protótipos e experimentos simples em nossas aulas tem sido um fator decisivo para estimular os alunos e sair da rotina das aulas meramente expositivas para que os alunos possam ver de fato os fenômenos estudados acontecendo diante de seus olhos. Temos observado que quanto mais simples e conceitual é o experimento ou protótipo, tanto mais instrutivo e atraente ele se torna.

3.2 Canudinho eletrostático

É um experimento muito simples e sua técnica será utilizada em quase todos os experimentos, portanto é de suma importância que os alunos aprendam como manusear esse experimento.

1º Cortamos um pedaço de papel em pedacinhos menores e depositamos sobre uma mesa;



Figura 3.4 – Material utilizado nesta demonstração.

2º Esfregarmos um pedaço de papel higiênico(escolhido devido a seu fácil acesso) em um canudinho(desses de refrigerante);



Figura 3.3 – Material utilizado no experimento.

3º Aproximamos o canudinho dos pedacinhos de papel.

Podemos reparar claramente que os pedacinhos são atraídos pelo canudo e se “grudam” na superfície do mesmo. Isso é um processo de eletrização por atrito. Sabemos se as

cargas dos materiais ficam positivas ou negativas devido a série tribo-elétrica que segue abaixo.

Quadro 1. Série Triboelétrica.

Série Triboelétrica - Alguns materiais	
Pele de mão humana (seca e sem gordura)	Mais positivo (cede elétrons)
Vidro	
Cabelos humanos secos e sem gordura	
Acrílico	
Lã	
Papel (sulfite, guardanapos, papel enxugar mãos, etc)	
Borracha de balões inflados	Mais negativo (recebe elétrons)
Plástico PVC, PP, vinil (canudinho, sacos plásticos, forros de pvc, etc)	
Teflon	
O material mais acima na tabela cede elétrons para o material mais abaixo quando atritados entre si.	

Fonte: <http://www.rc.unesp.br/showdefisica> acesso em 08/09/2011.

Chegamos a conclusão que o canudinho recebe os elétrons do papel higiênico e fica carregado negativamente.

3.3 Eletroscópio de Folhas

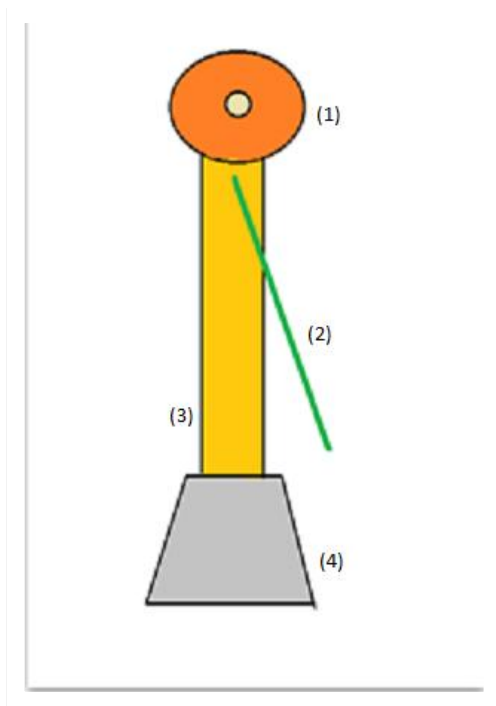


Figura 3.5 – Eletroscópio de folhas

O eletroscópio de folha nos permite dizer se um corpo está ou não eletricamente carregado, vamos verificar como o eletroscópio fica carregado eletricamente por contato ou indução.

(1) Prato do eletroscópio: Cartolina + colchetes de metal;

(2) Folha de papel de seda: cortada em uma fina tira;

(3) Corpo do eletroscópio: cartolina cortada em retângulo;

(4) Base: feita de gesso com molde em copinhos plásticos de café.

- Canudinho eletrizado (esfregue o papel higiênico no canudinho);
- Canudinho descarregado (não esfregue o papel higiênico nesse canudinho);
- Cuidado para não amassar a tirinha de folha de seda;
- Se estiver ventando ou chovendo deixe para fazer o experimento outro dia, pois uma maior facilidade é apresentada pelo ar em se ionizar com o aumento da umidade relativa.
- Quanto terminar de usar guarde o eletroscópio na caixinha junto com esse roteiro;
- Jogue o canudinho e o papel higiênico utilizados no lixo pois são materiais delicados e seu uso repetitivo pode influenciar nos resultados.

Observação 1. Verificando o funcionamento do eletroscópio.

1.1 Pegue um canudinho que ainda não foi eletrizado. Aproxime do prato (parte redonda do eletroscópio), em cima do experimento, o canudinho descarregado. O que ocorreu?

1.2 Primeiro eletrize o canudinho. Aproxime da parte redonda, em cima do experimento, o canudinho descarregado. O que ocorreu?

1.3 Você consegue explicar o que aconteceu acima?

Observação 2.



Figura 3.6 –
Como proceder no
item 2.3.

2.1 Veja se a folhinha de seda do nosso eletroscópio está junta do corpo do eletroscópio, se não estiver apenas toque a parte redonda do eletroscópio com o dedo.

2.2 Eletrize o canudinho com o papel higiênico. Passe todo o comprimento do mesmo no prato do eletroscópio, como indicado na figura ao lado. O que ocorreu com a folha de papel de seda? Como consegue explicar isto?

2.3 Para verificar se o eletroscópio está ou não eletricamente carregado devemos observar a posição da folha de seda. Quando está descarregado a folha fica numa posição. Se está carregado a folha muda de posição.

2.4 Qual a posição da folha para o eletroscópio eletricamente descarregado: aberta ou fechada?

2.5 Qual a posição da folha para o eletroscópio eletricamente carregado: aberta ou fechada?

2.6 Repare que encostamos o canudinho eletrizado no prato do eletroscópio, e assim eletrizamos o eletroscópio, chamamos esse processo de eletrização por contato.

Observação 3. Quando o eletroscópio é carregado por contato, qual a carga elétrica dele em relação ao canudinho?

3.1 Eletrize o canudinho e encoste no prato do eletroscópio.

3.2 Aproxime novamente o canudo carregado do prato, sem tocá-lo (a cerca de 1 ou 2 cm de distância). O que ocorreu com a folha de seda: abriu ou fechou?

3.3 Como você explicaria isso?

3.4 Com o eletroscópio carregado por contato, aproxime lentamente o canudinho eletrizado da folha de seda, primeiro a 15cm e depois a cerca de 5 cm. O que ocorreu com a folha de seda: abriu ou fechou?

3.5 Como você explicaria isso?

3.4 Pêndulo eletrostático simples e duplo

É um conjunto simples de pêndulos de finos discos de papel metálico suspensos por fios de Náilon, linha de algodão ou linha sintética que permite verificar a relação e interação do comportamento de corpos configurados e carregados de diferentes modos.

- (1) Fio de meia calça feminina;
- (2) Disco de papel alumínio;
- (3) Canudinho com haste flexível;
- (4) Base de gesso no copinho de café plástico.

Assim como no experimento do eletroscópio, alguns cuidados se fazem necessários ao manipular o experimento, bem como o descarte dos canudos e papeis higiênicos utilizados.

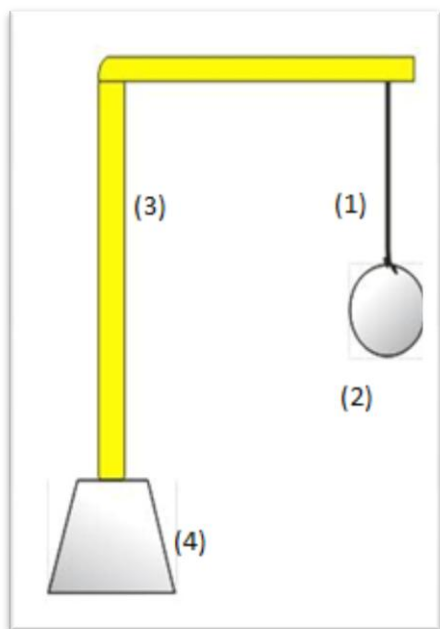


Figura 3.7 – Pêndulo eletrostático simples.

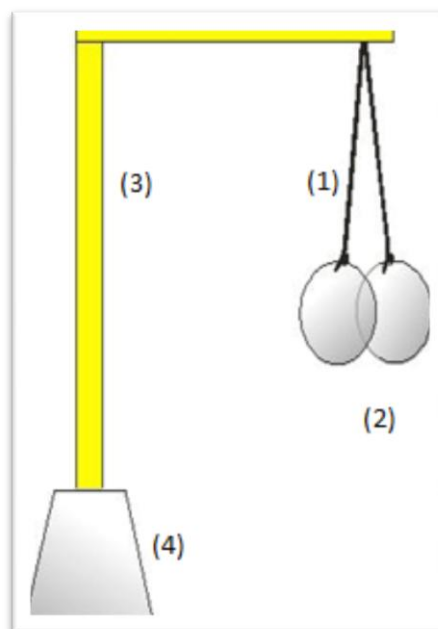


Figura 3.8 – Pêndulo eletrostático duplo.

3.5 Igrejinha eletrostática

Esse experimento mostra o “poder das pontas” quando se trata de passagem de cargas elétricas. Para que o modelo descrito no experimento represente o funcionamento de um para-raios de verdade necessitaria ainda de um fio terra, que é o responsável por escoar as cargas elétricas para o solo, protegendo a igreja das descargas elétricas.

- (1) Papelão em formato de igreja(ou qualquer figura a desejar);
- (2) Tira de papel de seda;
- (3) Canudo que serve como haste(entre o canudo e a base temos um colchetes de metal);
- (4) Base de gesso;
- (5) Um arame metálico.

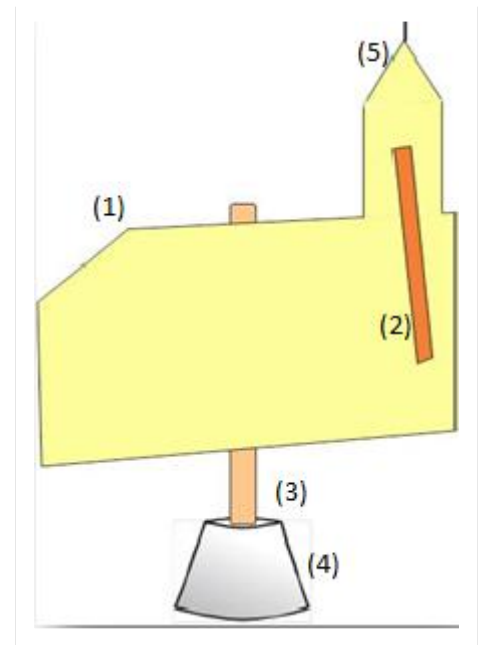


Figura 3.9 – Igrejinha eletrostática.

3.6 Capacitor

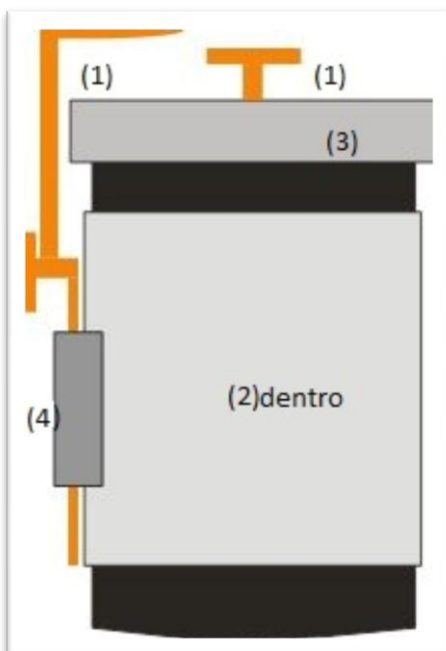


Figura 3.10 – Capacitor de baixo custo.

O Capacitor é um dispositivo elétrico utilizado para armazenar cargas. No nosso modelo as cargas são guardadas no Bombril, e ao fechar o circuito através dos colchetes ele descarrega.

- (1) Colchetes de metal;
- (2) Bombril;
- (3) Copo plástico com tampa;
- (4) Fita adesiva.

3.7 Eletróforo

O Eletróforo é uma das mais simples máquinas de indução eletrostática. Consiste o eletróforo de um prato metálico circular munido de um cabo isolante que é aplicado sobre um material isolante que foi previamente eletrizado por atrito.

- (1) Cano de PvC;
- (2) Disco metálico(forma de torta);
- (3) Placa de plástico.

A proximidade do disco metálico com o material isolante provoca uma separação de cargas e o mesmo é então colocado em contato com a terra, de forma a compensar o desequilíbrio elétrico em sua superfície. Este contato é então interrompido, e então o disco metálico é afastado da placa carregada, através de seu cabo isolante, permanecendo, desta maneira, carregado de eletricidade. O funcionamento do eletróforo é baseado, portanto, no princípio da indução eletrostática.

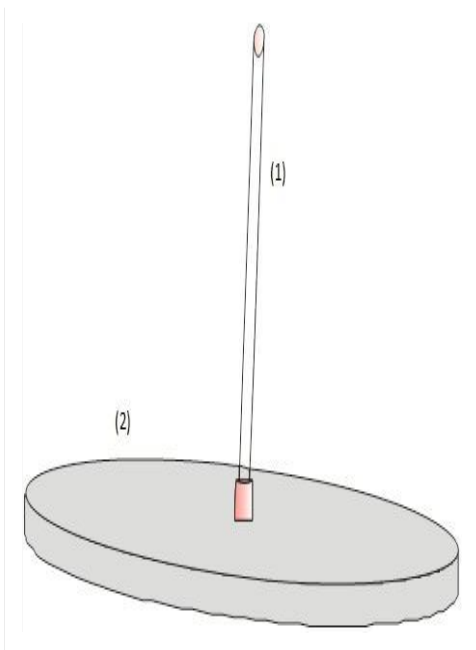


Figura 3.11 – Eletróforo de baixo custo.



Figura 3.12 – O eletróforo é uma máquina eletrostática inventada pelo físico italiano Alessandro Volta em 1775.

3.8 Vetor Eletrostático

O Vetor eletrostático é montado como o Pêndulo Eletrostático, fazemos uma seta e utilizamos um pedaço de canudinho como contrapeso na parte de trás para mantê-lo alinhado além de permitir que o canudinho seja eletrizado por indução.

- (1) Canudinho flexível novo;
- (2) Base de Gesso;
- (3) Fo de meia calça feminina;
- (4) Pedaço de canudinho;
- (5) Seta feita de cartolina.

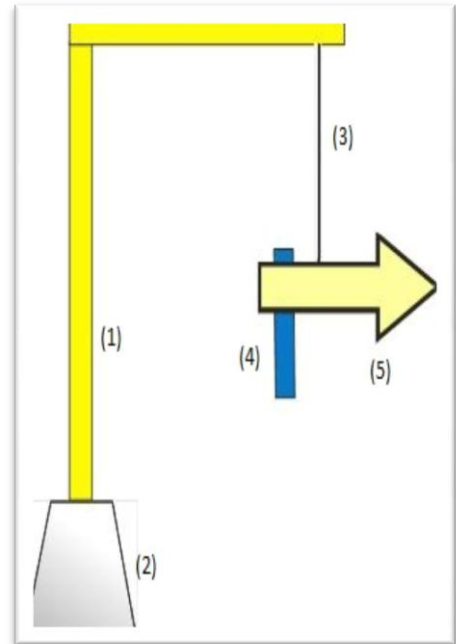


Figura 3.13 – Vetor Eletrostático.

3.9 Gaiola de Faraday

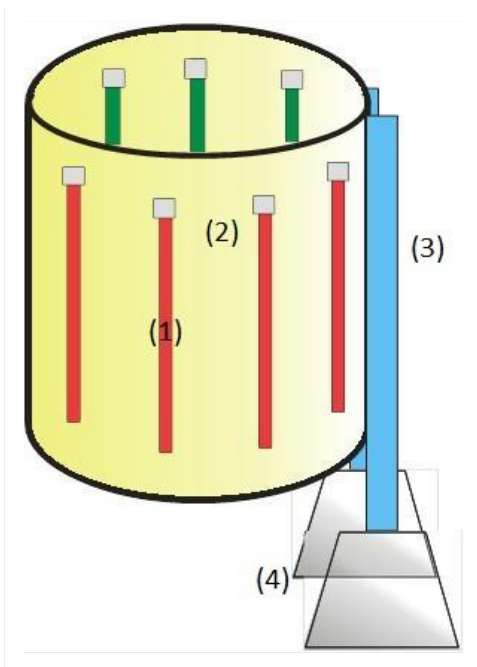


Figura 3.14 – Gaiola de Faraday

Nos condutores o campo elétrico em seu interior é nulo, as cargas elétricas se distribuem na parte externa, o mesmo ocorre se o condutor for oco. Uma estrutura metálica, como um automóvel, blinda o seu interior contra efeitos elétricos externos.

- (1) Tira de seda;
- (2) Cartolina retangular;
- (3) Canudinho;
- (4) Base de gesso.

1ª lei de Faraday: Nos condutores em equilíbrio a eletricidade é distribuída apenas na superfície externa, no seu interior não há traço de eletricidade. (GASPAR, 2005).

4 APLICAÇÕES EM SALA DE AULA

Neste capítulo estão dispostos os relatos das aulas dadas, foram cinco tipos de aulas ao todo ministradas em duas salas do sexto ano do ensino fundamental da E.E. Barão de Piracicaba. Embora o conteúdo das aulas fosse o mesmo trabalhamos cada assunto com diferentes abordagens em cada uma das salas como foi descrito no (cap3).

- Sala1: foi demonstrado o experimento e, em seguida, oferecidas caixas aos alunos, ou seja, sala acompanhada pelo professor.
- Sala2: a caixa foi entregue para os alunos realizarem o experimento seguindo o roteiro, sendo assim um trabalho principalmente autônomo.

4.1 Aula 1 –26/05/2011– Canudinho eletrostático

Assim que cheguei à sala 1 a professora me apresentou aos alunos, que já me olhavam com tremenda curiosidade afinal eu tinha uma caixa verde de plástico enorme em minhas mãos. Enquanto eu falava com os alunos peguei um pedaço de papel higiênico e fui picando em pequenos pedacinhos e colocando em cima da mesa do professor. Em seguida peguei o canudinho e um pedaço de papel higiênico e comecei a atritá-los sem dizer nada a eles, alguns perguntavam porque eu estava fazendo aquilo, outros achavam que eu estava maluco, fazendo coisas sem sentido. Surpreendi a sala de aula falando em voz alta “Observem!!”, então aproximei o canudinho dos pedaços de papel, a reação da turma foi imediata:

- “Como você fez isso??”, “Nossa grudou”, “Já vi um mágico fazendo isso”.

Eu tinha de fato mostrado o experimento para os alunos mas de tal forma que eles não se deram conta do que eu havia feito apenas observaram o resultado final.

Então calmamente refiz o processo explicando passo a passo o que eu estava fazendo, em seguida dei um canudinho para cada aluno e um pedaço de papel, precisava ainda de pequenos pedacinhos de papel e cometi um pequeno deslize, eu esqueci completamente de como crianças adoram fazer bagunça, pedi para eles cortarem pequenos pedacinhos de papel, a professora me encarou sem dizer uma palavra e eu logo entendi o recado (“Não faça isso, por favor!!”), mas eu já tinha feito e a sala ficou uma bagunça por alguns minutos. Controlado o lixo deixado em sala de aula voltamos ao experimento. Fui conduzindo passo a passo a turma 1 com as diversas possibilidades que o experimento proporcionava(contidas nos roteiros) enquanto explicava alguns conceitos sobre o assunto. Entreguei os experimentos aos alunos para que eles mesmos fizessem, alguns conseguiram, outros não. Passei a responder as perguntas que me faziam.

No final da aula algumas perguntas foram feitas aos alunos, enquanto eu ditava as perguntas, eu andava pela sala de aula atritando outro canudinho com papel higiênico.

Assim que acabou a aula da sala1 começou a aula as sala2, uma turma um pouco mais agitada. Me apresentei aos alunos conversei um pouco com eles e fui colocando os materiais do experimento em cada carteira na maior tranquilidade sem dizer nada, dessa vez eu mesmo cortei os papezinhos e coloquei em pequenas porções sobre suas mesas, pedi para ninguém mexer até eu falar, claro que alguns não obedeceram, dei o roteiro para cada um deles e comecei a ler junto com eles para criar uma certa ordem na sala, após a leitura pedi que ele voltassem ao início do roteiro e tentassem realizar os experimentos, enquanto faziam eu procurei manter a ordem da classe, conversar com aqueles que não estavam querendo fazer e tirar dúvidas.

Após alguns minutos vários alunos começaram a me chamar “Olha professor olha!”, ”Nossa tá grudando”, “Eitaaa”, “Porque eu não consigo??”, “Me ajuda, não sei fazer”, então eu comecei a orientá-los para fazerem de outras maneiras para ver se dava certo mais sempre deixando claro que deviam seguir o roteiro, no fim responderiam as perguntas.

Quadro 2. Perguntas e Respostas Canudinho Eletrostático

PERGUNTAS	RESPOSTAS SALA 1	RESPOSTAS SALA 2
1. O que acontece se eu aproximar o canudinho, sem atritá-lo, dos pedacinhos de papel?	<ul style="list-style-type: none"> • "Não vai grudar", • "Não dá nada", • "Nada". 	<ul style="list-style-type: none"> • "Dá nada", • "Não acontece nada", • "Faz nada não".
2. Após eletrizar o canudinho com o pedaço de papel e, em seguida, aproximá-lo dos pedacinhos de papel o que ocorreu?	<ul style="list-style-type: none"> • "Atraiu por causa das cargas", • "O papel ficou que nem um ímã grudou no canudo", • "O canudinho ficou com carga negativa e os papeizinhos estavam neutros", • "Canudinho ganhou os elétrons do papel e ficou negativo, ai atraiu os papéis". 	<ul style="list-style-type: none"> • "Ele grudou!", • "Tá atraindo", • "Não sei", • "Que que é isso?", • "O meu não deu nada", • "Aproximou", • "acho que o canudinho atraiu o papel".
3. Porque é que aquele canudinho está grudado na lousa?	<ul style="list-style-type: none"> • "Porque você grudou". • "A lousa é maior que o papel e atraiu o canudo", • "Você usou cola", • "O canudinho foi descarregar energias na lousa". 	<ul style="list-style-type: none"> • "Porque esta colado", • "Não sei", • "Você atritou a lousa", • "Atraiu o canudinho".
COMENTÁRIOS GERAIS CANUDINHO	<p>O andamento da sala 2 foi melhor do que e esperava encontrar. A sala 1 deu respostas mais completas.</p>	

4.2 Aula 2 – 02/06/2011– Eletroscópio de folhas

Entrei na sala 1 e fui muito bem recebido, os alunos logo se comportaram e queriam saber o que eu ia mostrar para eles, fiz uma pequena revisão de alguns conceitos da última aula perguntei o que eles lembravam e mostrei novamente como se atritava o canudinho para que este fica-se eletrizado, pois para o experimento do dia se faz necessário o uso do canudinho eletrostático da aula anterior. Abri uma das caixinhas e peguei um experimento, montei na frente dos alunos, fiz uma série de demonstrações e expliquei o que acontecia em cada caso, então dei as caixas de experimentos para eles fazerem passo a passo como dizia no roteiro, fiquei andando pela sala tirando dúvidas e ajudando os que tinham mais dificuldade, pedi para que fossem respondendo as perguntas do roteiro em uma folha para me entregar.

Na sala 2 novamente adotando a estratégia de deixar eles fazerem o experimento seguindo o roteiro sem que eu interferisse de maneira a influenciá-los nos seus pensamentos, passe as caixinhas para eles com o experimento lembrando que são 20 experimentos de cada e uma turma de quase 40 alunos que foram então dispostos em duplas com apenas um eletroscópio para cada dupla. A montagem do eletroscópio foi tranquila, a grande maioria não teve dificuldade alguma em iniciar o experimento, pedi que eles fossem respondendo as perguntas do roteiro na ordem, enquanto faziam os experimentos, duas duplas rasgaram a folha do eletroscópio e eu tive que consertar na hora, nada que atrapalhasse o andamento da aula.

Quadro 3. Perguntas e Respostas Eletroscópio de Folhas.

PERGUNTAS	RESPOSTAS SALA 1	RESPOSTAS SALA 2
1. Pegue um canudinho que ainda não foi eletrizado. Aproxime do prato (parte redonda do eletroscópio), em cima do experimento, o canudinho descarregado. O que ocorreu?	<ul style="list-style-type: none"> • “Nada”, • “Ficou igual”, • “Normal, deu nada”, • “Não acontece nada”. 	<ul style="list-style-type: none"> • “Não vi”, • “Mudou nada”, • ”Mesma coisa”, • “Nada”.
2. Primeiro eletrize o canudinho. Aproxime da parte redonda, em cima do experimento, o canudinho descarregado. O que ocorreu?	<ul style="list-style-type: none"> • “A folhinha mexeu”, • “Começou a subir a tirinha de seda”, • “Não está igual”. 	<ul style="list-style-type: none"> • “Aumentou a folha”, • “Subiu a folha”, • “Não sei”, • “Não entendi”.
3. Você consegue explicar o que aconteceu acima?	<ul style="list-style-type: none"> • “As cargas foram do canudinho pra tirinha de seda”, • “Carregou o eletroscópio”, • “Tem carga nele agora”, • “Cargas negativas do canudinho descarregaram no eletroscópio” 	<ul style="list-style-type: none"> • “Não sei explicar, mais aconteceu”, • “Não sei”, • “Descarregou eu acho”, • “Eletrizou a folha”.
4. Qual a posição da folha para o eletroscópio eletricamente descarregado: aberta ou fechada?	<ul style="list-style-type: none"> • “Fechada”, • “Meio encostada na cartolina amarela”. 	<ul style="list-style-type: none"> • “Fechada”, • “Tá no meio”, • “Normal”.
5. Quando o eletroscópio é carregado	<ul style="list-style-type: none"> • ”Negativa, porque são as cargas do canudinho que 	<ul style="list-style-type: none"> • ”Não importa”, • “Negativa”,

<p>por contato, qual a carga elétrica dele em relação ao canudinho?</p>	<p>foram pra lá”,</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Negativas”, • “Encostou então tem a mesma carga do canudinho”. 	<ul style="list-style-type: none"> • “Positiva porque as do canudinho eram negativas, ai atraiu”.
<p>COMENTÁRIOS GERAIS ELETROSCÓPIO</p>	<p>Os alunos da sala 1 se mostram mais confiantes ao responder porém suas respostas são visivelmente moldadas pela introdução teórica. Cerca de 6 alunos não seguiam o roteiro apenas ficaram brincando com o eletroscópio e dando um jeito de “colar” as respostas das duplas do lado sem se preocupar com o que estavam fazendo.</p>	

4.3 Aula 3 – 09/06/2011– Pêndulo simples, duplo eletrostático

A dificuldade dessa aula ficou por conta do tempo, estava chovendo muito, tinham goteiras na sala de aula, janelas quebradas deixavam entrar uma forte corrente de ar que certamente ia atrapalhar e muito as condições deste experimento, comecei a explicar um pouco de teoria falar sobre curiosidades da eletrostática, como porque as vezes tomamos choque só de encostar em um amigo, ou no capô de um carro, falamos sobre relâmpagos, enfim lembrei os conceitos vistos em sala de aula mais dessa vez com a abordagem do dia-dia para que os alunos pudessem notar a presença da eletrostática na vida deles. Arrumei um canto na sala de aula que estivesse com melhores condições para demonstrar os experimentos, passei então as caixas para os alunos, inicialmente com o pêndulo simples apenas. Falei para eles prestarem atenção em mim e fazer junto comigo, no final de cada observação eu dava um tempo para eles responderem as questões apresentadas:

Dar esses experimentos para os alunos tentarem fazer sozinhos na sala2 foi um erro, enquanto montavam os experimentos vários fios de nylon se quebraram, e eu não tinha material em sala de aula para consertar, alguns alunos tiveram que sentar em três pessoas o que já diminui bastante o rendimento deles. Enquanto tentavam fazer

encontraram bastante dificuldade. Creio que o roteiro utilizado nesse experimento estava com uma linguagem muito difícil para eles lerem e fazerem sozinhos. A chuva aumentou, e o vento também que deixou péssimas as condições de observação do experimento, então pedi para que respondessem apenas três questões e passei a falar sobre os assuntos que lecionei na sala1 anteriormente.

Quadro 4. Perguntas e Respostas Pêndulo Eletrostático Simples e Duplo.

PERGUNTAS	RESPOSTAS SALA 1	RESPOSTAS SALA 2
1. Pegue o canudinho não eletrizado e aproxime da bolinha do pêndulo, o que acontece?	<ul style="list-style-type: none"> • “Nada”, • “Não muda nada”, • “Claro que não vai mudar”, • “Sabemos que nada acontece”. 	<ul style="list-style-type: none"> • “Nada”, • “Não vi nada não”, • “Igual o canudinho, se não eletrizar não faz nada”.
2. Carregue o canudinho e aproxime da bolinha do pêndulo, o que acontece?	<ul style="list-style-type: none"> • “Atraiu”, • “Grudou e depois, desgrudou”, • “A bolinha de metal funcionou como os pedacinhos de papel e foi atraída”, • “Juntou com cargas negativas”. 	<ul style="list-style-type: none"> • “Fez um imã”, • “Atraiu que nem papelzinho”, • “Grudou no canudo”. • ”Não sei”, “O meu foi o que quebrou não deu para ver bem”.
3. Depois de a bolinha ficar em contato com o canudinho carregado por um tempo, o que acontece?	<ul style="list-style-type: none"> • “Se afastou”, • “Correu do canudinho”, • “Foi para trás”. 	<ul style="list-style-type: none"> • “Separou”, • “Desgrudou”, • “Sei lá”.
4. Explique com suas palavras o que aconteceu na	<ul style="list-style-type: none"> • “Porque ficaram com cargas iguais”, 	<ul style="list-style-type: none"> • A pergunta não foi feita na sala2.

<p>observação acima.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • “A bolinha se carregou negativamente e quis fugir do canudinho”, • “Igual no imã”, • “Cargas iguais se afastam e as duas estavam negativas eu acho”. 	
<p>5. No pêndulo duplo, após carregar as bolinhas com a mesma carga do canudo o que aconteceu?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • “Se afastaram umas das outras, porque eram iguais”, • “Foi para trás”, • “O meu não deu certo”, • “Não queriam se encostar”. 	<ul style="list-style-type: none"> • A pergunta não foi feita na sala2
<p>COMENTÁRIOS GERAIS PÊNDULOS</p>	<p>A sala2 foi mais prejudicada devido ao mau tempo, pois eram muitos alunos para eu tomar os devidos cuidados com cada grupo, e como não demonstrei o experimento eles não puderam enxergar bem os fenômenos.</p>	

4.4 Aula 4 – 23/06/2011– Igrejinha eletrostática

Na sala1: Depois de um mês com os alunos, eles mesmos me questionaram se eu não ia ensinar outra coisa para eles porque eles já estavam enjoando de eletrostática, então fiz algumas perguntas para eles, responderam muitas corretamente mas algumas dúvidas não estavam sanadas, então os convenci através de perguntas que eles não sabiam responder tudo sobre o assunto e eles concordaram em prestar atenção e fazer as atividades propostas.

O procedimento foi o mesmo das aulas anteriores, mostrei para eles algumas observações sobre o comportamento do experimento, dei uma introdução teórica, distribuí os experimentos e fiz tudo de novo passo a passo junto com eles, claro sem dar as respostas das questões. Levei também algumas imagens impressas de raios, falei sobre o trovão, sobre a formação dos raios nas nuvens e também sobre os tipos de raios.

Como o experimento apresenta objetos pontudos de metal, na sala2 eu apresentei a montagem do experimento, para me certificar que eles não se machucariam, e foi surpreendente, eles pareciam saber o que fazer com o experimento, já eletrizaram o canudinho encostaram na ponta da igrejinha, passaram o canudinho carregado perto do alfinete, depois perto da folha de seda que já estava carregada, nem queriam saber de ler o roteiro, estavam também impacientes e cansados desse ciclo repetitivo de aulas, mas que criança não tem a curiosidade de saber sobre os raios naqueles tenebrosos dias chuvosos?

Quadro 5. Perguntas e Respostas Igrejinha Eletrostática

PERGUNTAS	RESPOSTAS SALA 1	RESPOSTAS SALA 2
1. Aproxime o canudinho não eletrizado da ponta da igrejinha sem encostar, o que aconteceu?	<ul style="list-style-type: none"> • “Nada”, • “Não faz nada”. 	<ul style="list-style-type: none"> • “Nada”, • “Como sempre nada”, • “Nada claro”.
2. Eletrize o canudinho e aproxime da ponta da igrejinha, como se tivesse tocando um violino, para lá e para cá, o que aconteceu?	<ul style="list-style-type: none"> • “A folha de seda moveu”, • “Subiu a folha”, • “Eletrizou”. 	<ul style="list-style-type: none"> • “A folha ficou eletrizada”, • “Subiu a folha”, • “Eletrizou”.
3. Explique o que aconteceu.	<ul style="list-style-type: none"> • “As cargas negativas do canudinho passaram pelo ar e foram para o arame”, • “Cargas quiseram ir para a igreja”, • “Igual o outro experimento que vimos”. 	<ul style="list-style-type: none"> • “As Cargas negativas do arame passaram para a igrejinha”, • “As cargas preferiram ir para o arame”.
4. A ponta de metal ajuda na transferência das cargas?	<ul style="list-style-type: none"> • “Sim”, • “Ajuda”, • “É, ajuda sim”. 	<ul style="list-style-type: none"> • “Sim”, • “Ajuda sim”.

<p>5. Por quê?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • “Porque é de metal”, • “Metal atrai mais cargas negativas do canudo”, • “É um condutor”, • “O arame prefere cargas porque é de metal”. 	<ul style="list-style-type: none"> • “Porque o arame é condutor, gosta de cargas”, • “Arame quer pegar as cargas”, • “Conduz as cargas”.
<p>COMENTÁRIOS GERAIS IGREJINHA</p>	<p>A sala2 foi muito bem e conseguiram formular boas respostas apenas com seu conhecimento adquirido nas aulas anteriores.</p>	

4.5 Aula 5 – 30/06/2011– Experimentos Diversos

Última aula sobre o assunto, nesta aula apresentei uma série de experimentos o Capacitor, a Gaiola de Faraday, o Vetor eletrostático, e o eletróforo. Esta decisão foi tomada porque os alunos já estavam de saco cheio de falar de cargas, e eu também. A solução foi demonstrar os experimentos e explicá-los puxando o conhecimento de aulas anteriores e introduzindo alguns novos, desta vez dividi os alunos em grupos maiores fiz apenas dois experimentos de cada totalizando 7 experimentos(apenas um eletróforo) , já que deixar os experimentos na escola não estava fazendo muito sucesso, por que nenhum aluno teve interesse de levar um experimento anterior para sua casa. Após algumas observações os experimentos eram trocados entre os grupos e algumas questões eram respondidas. A sala 2 e a 1 tiveram respostas muito parecidas assim suas respostas foram mescladas no quadro abaixo.

Quadro 6. Perguntas e Respostas Experimentos Diversos

PERGUNTAS	RESPOSTAS SALA 1 e SALA 2
<p>1. Aproxime o canudinho carregado da ponta do vetor eletrostático, para onde a seta aponta?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • “Para o canudinho”, • “A seta acompanha o canudinho”, • “Ela fica seguindo”. • “Nada”, • “Como sempre nada”, • “Nada claro”.
<p>2. Explique com suas palavras o que é um capacitor.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • “É um guarda-cargas”, • “Ele guarda as cargas para utilizar depois”, • “Absorve cargas e guarda”.
<p>3. Após fazer um círculo com a Gaiola de Faraday qual das folhas de seda subiu mais? As de fora ou as de dentro?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • “As que ficaram para fora”, • “As de Fora”, • “As do lado de fora”. • “As Cargas negativas do arame passaram para a igrejinha”, • “As cargas preferiram ir para o arame”.
<p>4. Como o eletróforo fica carregado?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • “Igual o canudinho”, • “Raspando no plástico de baixo”, • “Se esfregando”. • “Sim”, • “Ajuda sim”.
<p>5. O que você achou das aulas experimentais? Gostaria de ter mais aulas desse tipo?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • “Gostei muito, obrigado”, • “Foi legal ver as coisas”, • “Adorei”, • “Gostei, volte mais”, • “Quero ter mais aulas assim”.

<p>6. Qual experimento mais gostou? Por quê?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • “Canudinho porque aprendi”, • ““Eletrólito”, porque vi um raio”, • “Canudinho é bem legal e da pra fazer sempre”. <p>(esses foram os mais citados pelos alunos de ambas as salas)</p>
<p>COMENTÁRIOS GERAIS EXPERIMENTOS DIVERSOS</p>	<p>Na sala2, não foi diferente da sala1, embora eu não demonstrasse antes os experimentos, os alunos já eram “peritos” em eletrizar e manusear os canudinhos, as respostas entre as turmas foram muito parecidas.</p>

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente foi um choque para as duas turmas estudadas, a estratégia utilizada na Sala 1 que envolvia a demonstração do experimento com uma pequena fundamentação teórica antes dos alunos tentarem realizar a tarefa molda os pensamentos dos alunos e eles começam enxergando o experimento da maneira que o professor vê, ou reproduzindo respostas prontas sem raciocinar sobre o assunto. Na sala 2 a dificuldade era tremenda os alunos liam o roteiro mais não viam sentido em fazer o que era pedido após um tempo começavam a tentar, meio desconfiados, mais o resultado foi muito positivo, eles conseguiram apenas lendo o roteiro retirar informações preciosas sobre o assunto e pensaram mais para responder as questões propostas.

Percebeu-se com o decorrer do curso que a sala 1 tornou-se mais dependente do professor, porém mostravam possuir um conhecimento maior sobre o assunto do que os alunos da sala 2 que eram de fato mais investigativos fugiam do roteiro constantemente e utilizavam o experimento de forma mais lúdica. Vale lembrar que no fim de cada aula após responderem as questões propostas a sala 2 também recebia algumas fundamentações teóricas prontas que se confrontavam com a experiência recém-vivida em sala de aula.

Na parte final do curso os alunos de ambas as salas tinham conhecimentos equivalentes sobre o assunto, a sala 2 demorou mais tempo para chegar no nível de respostas da sala1, mas, eram visivelmente mas independentes e interessados.

Quadro 7. Tabela com os principais resultados do estudo que foi desenvolvido.

	Método Utilizado	Inicialmente	Metade do Curso	Resultado das Observações
SALA1	Demonstração do experimento + Introdução teórica	Respostas + elaboradas	Dependência do professor	O método utilizado na sala2 é mais difícil de ser aplicado e aceitado pelos alunos, porém após passado esse impacto inicial os alunos se tornam mais participativos e preparados para aprenderem coisas novas.
SALA2	Os alunos seguiam um roteiro e tentavam realizar o experimento	Maior dificuldade no andamento das aulas	+Investigativos e participativos	

É importante ressaltar que os materiais de baixo custo são importantíssimos nesse tipo de prática pois, mostra aos alunos a Física que está no nosso cotidiano, com materiais acessíveis que podem ser encontrados facilmente.

A biblioteca de experimentos não vingou, a escola utiliza o modelo de salas ambientes e não disponibilizava de um espaço físico para guardar os experimentos, o que tornava tudo muito difícil, além disso, os alunos não demonstraram interesse algum em levar os experimentos para casa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M. S. T. **Atividades experimentais no ensino de Física**: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 2, Junho, 2003.

BACHELARD, G. **O novo espírito científico**, Lisboa: Edições 70, 1996a.

BARBOSA, L. M. S. Um **Diálogo entre a Psicopedagogia e a Educação**. Bolsa Nacional do Livro, 2006.

FERREIRA, N. C. Proposta **de laboratório para a escola brasileira – um ensaio sobre a instrumentalização no ensino médio de física**. Mestrado – USP Instituto de Física e Faculdade de Educação, 1978.

GAGE, E.D. Handbook of research on teaching, Chicago, 1963

GASPAR, A. **Experiências de Ciência**, Editora Ática, 1999.

MORAIS DE SOUZA, C. A. **Laboratório de física um novo método, Canudinho eletrostático**, UNESP-Instituto de Biociências, 2011.

NOGUEIRA, A. F. L. **Experimentos para o ensino de eletrostática com auxílio computadorizado**, 2006.

RAMOS, E. M. de F. **Brinquedos e jogos no Ensino de Física**, Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, São Paulo: FE e IF USP, 1990.

SHULMAN, L.S. e TAMIR, P. **A pesquisa sobre o ensino das ciências naturais**, 1973.

THOMAZ, M. F. A experimentação e a formação de professores de ciências: uma reflexão. Cad.Cat.Ens.Fís., v.17, n.3: p.360-369, dez. 2000.

<<http://www.servlab.fis.unb.br>> Acesso em 10/09/2011.

