

Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Graduação em Física

O EXPERIMENTO E O LÚDICO:
reflexões sobre atividades didáticas experimentais
para o Ensino de Física e a ludicidade

João Henrique Sartorello

Prof. Dr. Eugenio Maria de França Ramos

Rio Claro (SP)

2011

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

João Henrique Sartorello

O EXPERIMENTO E O LÚDICO:
reflexões sobre atividades didáticas experimentais
para o Ensino de Física e a ludicidade.

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

Rio Claro - SP

2011

530.07 Sartorello, João Henrique
S251e O experimento e o lúdico: reflexões sobre atividades
didáticas experimentais para o ensino de física e a ludicidade /
João Henrique Sartorello. - Rio Claro : [s.n.], 2011
61 f. : il., figs., quadros, fots., mapas

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. Ludicidade. 3. Atividades
experimentais. 4. Eletrostática. 5. Biblioteca de experimentos.

I. Título.

João Henrique Sartorello

**O EXPERIMENTO E O LÚDICO:
reflexões sobre atividades didáticas experimentais para o
Ensino de Física e a ludicidade.**

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

Comissão Examinadora

Eugenio Maria de França Ramos (orientador)

Dante Luis Chinaglia

Maria Antonia Ramos de Azevedo

Rio Claro, 17 de novembro de 2011.

AGRADECIMENTOS

Neste momento de reflexão sobre tudo o que se passou ao longo dos caminhos do curso de graduação em Física e por consequência deste trabalho, agradeço aqueles que contribuíram de diferentes maneiras, para que o caminho nos trouxesse até aqui:

aos meus pais Eliane e Valdemar, que sempre suportaram e lidaram com as adversidades e destemperos, das idas e vindas;

ao irmão José Eduardo, sempre disponível e disposto;

à Marina, pelo compartilhamento de tantas ocasiões e alegrias e suporte incansável;

ao Professor Eugenio, pela disposição, sugestões, paciência e coragem ao longo dos trabalhos;

aos amigos, que vivenciam ou vivenciaram as dificuldades diárias e os episódios da vida acadêmica : Leonardo, Vinicius, Everton, Eduardo;

aos amigos bolsistas do PIBID, representados na pessoa do Márcio, companheiro de trabalho e aventuras;

aos alunos do Colégio Bayeux e do PIBIC Jr, representados na pessoa da Professora Ana Paula, sempre disposta e prestativa;

a todos os amigos e familiares, representados na pessoa da sobrinha Maria Eduarda, grande inspiradora de atividades lúdicas.

RESUMO

Neste trabalho, discute-se a importância das atividades experimentais para o Ensino de Física na Educação Básica a partir da experiência do Estágio Supervisionado e do trabalho com a Iniciação a Docência no âmbito do Programa PIBID CAPES, neste caso o vinculado ao Departamento de Educação do Instituto de Biociências, no Campus de Rio Claro, Estado de São Paulo, em parceria com três escolas da Educação Básica da cidade. Inicialmente, baseados no trabalho de Ferreira com Instrumentação para o Ensino de Física, consideramos a temática Eletrostática. Privilegia-se a busca por equipamentos que possuam em sua construção materiais de baixo custo e fácil acesso. Foram elaboradas e promovidas estratégias de uso de tais materiais experimentais no Ensino de Física, tendo em vista a reintrodução de atividades didático experimentais na Educação Básica Pública, na forma de Oficinas de Aprendizagem e Ensino de Física, bem como em aulas de Laboratório com auxílio de roteiro e ainda na forma de uma Biblioteca de Experimentos. Tais atividades experimentais foram criticamente analisadas sob o enfoque da ludicidade. O foco do trabalho em atividades experimentais para o Ensino de Física permitiu resgatar, de forma crítica, materiais didáticos. Do ponto de vista da ludicidade, os momentos lúdicos e a interação dos sujeitos com o conhecimento, que o material experimental proporciona quando estrategicamente utilizado, parecem ser de grande pertinência para o Ensino de Física na Educação Básica. É possível a utilização de experimentos didáticos no Ensino de Física na rede Pública de Ensino.

Palavras-chave: Ensino de Física. Ludicidade. Atividades Experimentais. Eletrostática. Biblioteca de Experimentos

ABSTRACT

In this work, is discussed the importance of experimental activities in Education of Physics in Basic Education from the experience of Supervised Stage and the work with the Initiation of Teaching in the Program PIBID CAPES, in this case linked to the Department of Education of the Institute of Biosciences, Campus Rio Claro, São Paulo State, in partnership with three schools of basic education in the city. At first, based on the work of Ferreira with Instrumentation for Teaching Physics, consider the electrostatic theme. The focus is the searching for equipments constructed with low cost materials and easy access. Were developed and promoted strategies of the use of such materials in Physics' Teaching, with a view to reintroducing experimental teaching activities in Public Basic Education, in the form Workshop Learning and Teaching of Physics, as well as lessons of Laboratory with the help of script and also in the form of an Experiments Library. These experimental activities were critically analyzed with a focus on playfulness. The focus of work in experimental activities for the Physics' Teaching allowed to redeem, critically, didactic materials. From the standpoint of playfulness, playful moments and interaction of individuals with the knowledge that provides the experimental material when used strategically, they seem to be of great relevance to the Physics' Teaching in Basic Education. It is possible to use experiments in Physics' Teaching in public schools.

Keywords: Physics' Teaching. Playfulness. Experimental Activities. Electrostatic. Experiments Library.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2.FUNDAMENTAÇÃO	12
2.1 Atividades experimentais.....	13
2.2 O jogo	15
3. OBJETIVOS	17
4. CONTEXTO	20
4.1 Os protótipos	20
4.2 O baixo custo	23
5. TENTANDO EXPERIMENTAR	25
5.1 Oficinas de aprendizagem e ensino	26
5.1.1. Oficinas semanais	28
5.2 Aulas de laboratório com roteiro	30
5.3 Biblioteca de Experimentos	31
6.MOMENTOS LÚDICOS	35
7. CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS.....	40
BIBLIOGRAFIA	42
ANEXOS	
ANEXO I - Descrição dos equipamentos experimentais	44
ANEXO II - Roteiro de aula de laboratório	53
ANEXO III - Modelo de roteiro da Biblioteca de Experimentos	57

1. INTRODUÇÃO

O curso de licenciatura plena em Física proporciona aos futuros professores, oportunidades de inserção no ambiente escolar a partir das disciplinas de Prática de Ensino, onde alguns aspectos da prática docente são desvendados através de observação, reflexão, estudo, intervenção.

Como licenciando, pode-se vivenciar o cotidiano da Educação Básica Pública de maneira ampla, já que o Estágio prevê atividades em escolas tanto de Ensino Médio, quanto de Ensino Fundamental I e II. Dentre as 420 horas obrigatórias das disciplinas de Prática de Ensino, boa parte passa-se dentro do ambiente escolar. Possibilita-se então uma vivência de forma crítica sobre este ambiente, especialmente devido às análises reflexivas derivadas de observações e intervenções.

Em tais ocasiões foi possível presenciar diversas situações de ensino e aprendizagem, em disciplinas variadas, com diferentes professores.

Com atenção especial às disciplinas de Ciências, particularmente Física, o que se pôde observar foram aulas do tipo expositivas, com o professor utilizando exclusivamente lousa e giz. Os alunos sentados, de preferência em silêncio. Conseguir tal silêncio acaba tomando algum tempo da aula e muita energia do professor para se obter e manter. Em geral o assunto de cada aula é apresentado de forma rápida, destacando-se ainda a falta do exercício da contextualização. Partia-se então para a resolução de alguns exercícios em lousa pelo professor como modelo, e então os alunos já estavam aptos a tentar resolver outros iguais. Por fim ocorria a correção dos exercícios, se o sinal permitisse.

É visível a predileção por aulas que contenham a resolução de exercícios e a memorização de fórmulas, ou seja, procedimentos de repetição que acabam tornando as aulas enfadonhas. O que por sua vez gera falta de interesse por parte dos alunos, desmotivação, indisciplina.

Robilotta (1988, p.7) reflete sobre os cursos de Física na Educação Básica:

Parece que os cursos não fornecem aos estudantes a capacidade de andarem com as próprias pernas, de terem independência. Eles podem aprender a enfrentar os problemas e as situações que foram

abordadas durante as aulas, mas ficam completamente sem iniciativa quando colocados frente a problemas novos. O conhecimento discutido no quadro negro não se ajusta ao mundo em que o estudante vive, ele não se enquadra na vida real.[...] Isso manifesta-se, por exemplo, como a incapacidade que muitos alunos têm, depois de serem submetidos ao/domados pelo processo educacional, de formularem questões básicas. [...] Infelizmente, não são somente os alunos que perdem a capacidade de perguntar: o caso dos professores é bastante análogo.

O ensino, tanto da Física como de outras áreas do conhecimento, acontece no cenário cinzento da passividade, da falta de interesse e da apatia. Os estudantes parecem estudar apenas para passar de ano, enquanto que os professores parecem ensinar apenas para conseguir os seus, em geral, magros salários.

O que se mostra como contraste entre a realidade e o que esperam os documentos oficiais como o PCN EM (BRASIL, 2006, pg. 22):

Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação.

Outra atividade de Prática de Ensino era as primeiras visitas às escolas. Nessas oportunidades, acontece o ritual de apresentação formal da escola, geralmente liderada pelo diretor escolar. Onde se podem conhecer todas as instalações da unidade, os professores, o material didático. Momento onde ocorre também troca de informações sobre a administração escolar, as dificuldades, as conquistas.

Como licenciandos em Física, ocorria certo anseio pela apresentação do local do laboratório de ciências, cuja existência era comum nas escolas da Rede Pública de Ensino, em épocas não tão distantes. Porém, em geral, as visitas revelaram que poucos vestígios ainda restam desses laboratórios. As escolas que possuíam laboratório tiveram esses espaços transformados ao longo do tempo. Alguns deles passaram a ser utilizados como sala de aula, a fim de atender uma demanda crescente do número de alunos, ou, em outros casos, adaptados para atividades mais urgentes como, por exemplo, a sala de informática. Nota-se que, ante a pressão por espaços, os laboratórios foram gradativamente eliminados e com isso as atividades didáticas experimentais secundarizadas ou mesmo suprimidas. Acabaram se tornando pouco usuais nas escolas.

Existe aqui um contraste entre o que vimos nas aulas e no espaço físico, e a expectativa por aulas experimentais. Pois é interessante notar que tais atividades

têm *status* de grande importância como recurso pedagógico, entre a maioria dos professores. De forma geral, parece haver uma aceitação por parte de professores, pesquisadores, de que as atividades experimentais são relevantes no ensino.

Nas atividades de ensino, um experimento físico pode ser utilizado de diferentes maneiras. O enfoque que será atribuído ao experimento pode ser normalmente decidido pelo professor, que ao optar, de forma consciente ou não, por determinado enfoque, desde sua construção, sua organização e aplicação, pode conduzir os alunos a diferentes possibilidades em situações de ensino e aprendizagem. Tal como discutido por Ferreira (1978), sobre os diferentes tipos de abordagens no laboratório.

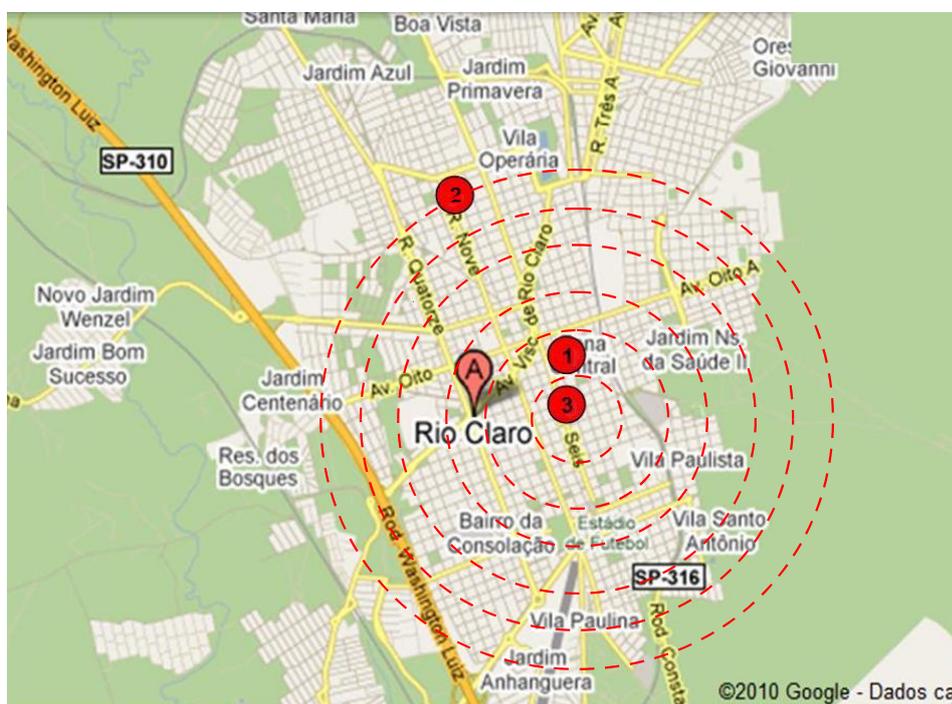
Pretende-se neste trabalho, discutir como os experimentos didáticos e a ludicidade poderiam se integrar em atividades de ensino. Neste contexto que vivenciamos como estagiário interessa-nos, particularmente, experimentos que não são apresentados aos alunos como jogos ou brincadeiras, mas que, apesar disso, apresentam características semelhantes ao do brincar, tal como o profundo envolvimento dos sujeitos ou o interesse de repetir a observação.

Em meados do ano de 2008, surge o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), criado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) tendo em vista à união entre secretarias estaduais e municipais de educação e as universidades públicas, em busca de melhorias no ensino nas escolas públicas. Juntamente com o oferecimento de bolsas de estudos não só para os licenciandos, como também para os professores das escolas parceiras dos subprojetos e ainda para os coordenadores dos subprojetos.

O Programa PIBID propicia a estudantes de licenciatura, futuros professores, possibilidade de ingresso antecipado no ambiente escolar, introduzindo-os na complexa realidade das unidades de ensino, antes mesmo das atividades relacionadas aos estágios curriculares obrigatórios da Licenciatura. Além disso, procura-se valorizar práticas escolares não rotineiras. Espera-se como resultado uma formação profissional mais consistente, criando competências e habilidades necessárias à prática docente.

O trabalho aqui desenvolvido se dá no âmbito da Prática de Ensino e Estágio Supervisionado e do subprojeto do PIBID Edital 2009, que ocorre no Campus de Rio

Claro, vinculado ao Departamento de Educação do Instituto de Biociências. Em parceria com três escolas da Educação Básica de Rio Claro.



Adaptado a partir do Google Maps por Márcio Reiss e Eugenio M. de F. Ramos

Figura 1

Mapa esquemático da cidade de Rio Claro (SP), indicando a localização aproximada das escolas parceiras do projeto: [1] Escola Municipal de 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental; [2] Escola Estadual 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental e [3] Escola Estadual de 1º ao 3º ano do Ensino Médio.

A primeira escola atende, principalmente, alunos do primeiro ciclo do ensino fundamental (1º ao 5º ano) e localiza-se no Centro da cidade de Rio Claro. Além disso, oferece a Educação de Jovens e Adultos (EJA) no período noturno. Atualmente a escola não possui laboratório de ciências e não foi encontrado nenhum registro nos arquivos da escola que pudesse esclarecer a existência deste no passado.

A segunda escola atende alunos do 6º ao 9º ano e está localizada em um bairro próximo ao centro da cidade. A maior parte dos estudantes mora em regiões próximas a escola. Esta escola possuiu um laboratório de ciências, porém, este foi desativado há mais de sete anos e o espaço foi transformado em uma sala de informática.

A terceira escola está localizada no Centro da cidade e foi criada em 1918. Atualmente atende alunos do 1º ao 3º ano do ensino médio e oferece sete habilitações profissionais em cursos complementares. Esta escola possui um

laboratório de química que foi montado recentemente, mas não há materiais de Física.

	Nº de alunos matriculados	Último IDEB (*)
Escola 1 – 1º ao 5º ano do ensino fundamental	440	6,7
Escola 1 - Educação de jovens e adultos (5ª a 8ª séries).	160	(**)
Escola 2 – 6º ao 9º ano do ensino fundamental.	614	5,7
Escola 3 - 1º ao 3º ano do ensino médio	360	(**)

Quadro 01

Número de alunos matriculados por Escola e dados do IDEB. (*) Dados do IDEB obtidos no site <http://ideb.inep.gov.br/Site/> referente ao ano de 2009. (**) Não há dado do IDEB no site do INEP

2. FUNDAMENTAÇÃO

Muito se discuti quanto à realidade do Ensino de Física nos tempos de hoje no Brasil. É um debate importante, já que conhecendo tal realidade se torna possível ampliar a discussão em torno de possíveis modificações que têm como objetivo a melhoria/desenvolvimento do Ensino de Física nas Escolas de Educação Básica. O relato de Santos, Piassi e Ferreira (2004, p. 2) sintetiza algumas das mais frequentes observações sobre o assunto:

O ensino de ciências continua sendo uma caricatura muito pobre daquilo que o conhecimento científico poderia significar na formação dos estudantes. A educação científica sofre hoje com a falta de investimento em infraestrutura escolar, com a precária formação de professores e com o resultado de anos de influência de livros didáticos derivados de apostilas de cursinhos pré-vestibulares que ajudou a produzir um currículo baseado em jargões, fórmulas e definições desvinculados das necessidades de formação dos estudantes e de conhecimentos científicos relevantes.

Entre os tantos aspectos a serem analisados, alguns nos chamam a atenção. Como é o caso do profissional que atua como professor de Física e sua formação inicial. Questão apontada por Santos, Piassi e Ferreira (2004, p. 4) como central, para as atividades experimentais:

Por que será que os laboratórios das escolas estão tão esquecidos? A origem disso passa pelo tipo de relação que os professores tiveram com as atividades experimentais durante a sua formação. Se considerarmos que a maioria dos professores de Física não é licenciada, mas sim habilitada (com licenciatura em Matemática ou Biologia, etc.) na disciplina, já sabemos que o laboratório de Física não deve ter sido uma das prioridades no seu curso de formação inicial.

Existe uma demanda crescente em relação ao número de professores em todos os níveis de Educação Básica, porém a formação inicial de professores de Física, tem se revelado falha em diferentes aspectos. Entre eles, a fraca formação experimental, devido ao currículo dos cursos de licenciatura ou então aos métodos de ensino.

Alguns aspectos das atividades experimentais no Ensino são indicados no PCN EM (2006, p.52):

Para o aprendizado científico, matemático e tecnológico, a experimentação, seja ela de demonstração, seja de observação e manipulação de situações e equipamentos do cotidiano do aluno e até mesmo a laboratorial, propriamente dita, é distinta daquela conduzida para a descoberta científica e é particularmente importante quando permite ao estudante, diferentes e concomitantes formas de percepção qualitativa e quantitativa, de manuseio, observação, confronto, dúvida e de construção conceitual. A experimentação permite ainda ao aluno a tomada de dados significativos, com as quais possa verificar ou propor hipóteses explicativas e, preferencialmente, fazer previsões sobre outras experiências não realizadas.

Ferreira (1978, p. 4) complementa: “[...] o laboratório representa uma poderosa arma com a qual podem contar os professores para que seus alunos adquiram, com maior probabilidade e eficiência, determinadas habilidades e conceitos.”

2.1 Atividades experimentais

Para o trabalho com materiais experimentais precisamos considerar dois aspectos: as modalidades de laboratório e a interação. Como observado por Borges (2002, p. 303):

O trabalho no laboratório pode ser organizado de diversas maneiras, desde demonstrações até atividades prático-experimentais dirigidas diretamente pelo professor ou indiretamente, através de um roteiro. Todas podem ser úteis, dependendo dos objetivos que o professor pretende com a realização das atividades propostas.

Considerando os trabalhos de Ferreira (1978), em sua análise sobre as atividades experimentais, apresentamos as diferentes modalidades de laboratório destacadas pelo autor e algumas de suas características no quadro 2.

Modalidades	Algumas características
<i>As experiências de cátedra</i> (experiências realizadas pelo professor)	Ilustrar e ajudar os cursos teóricos. Tornar o conteúdo interessante. Devem ser simples, rápidas e claras quanto ao objetivo.
<i>O laboratório tradicional</i>	Habilitar os estudantes no manuseio de instrumentos. Realizar experimentos (afim de verificação de lei ou fenômenos). Motivar o estudante. Dar suporte aos cursos

Modalidades	Algumas características
	teóricos. Introduzir do método científico. Grande direcionamento das atividades.
<i>O laboratório divergente</i>	Não se privilegia a verificação pura e simples de leis e sim o contato com aspectos da Física, como o processo de investigação, ou ainda a relação entre formulação matemática e o comportamento real.
<i>O laboratório aberto</i>	Participação quase autônoma do aluno. Algo próximo do laboratório tradicional, porém, com maior flexibilidade de organização.
<i>O laboratório de projetos</i>	O aluno tem possibilidade de planejar e elaborar seu experimento com liberdade de escolha de objetivos, plano de trabalho, material a utilizar. O professor orienta e incentiva as atividades.
<i>O laboratório à disposição do aluno</i>	O material fica à disposição do aluno. A iniciativa da atividade experimental cabe ao aluno. Em geral, objetiva a verificação de um fenômeno ou lei servindo de apoio ao curso teórico, na resolução de dúvida imediata.

Quadro 2– Modalidades de laboratório segundo Ferreira (1978) e algumas de suas características.

Entre as diferentes modalidades de laboratório destacadas, que por sua vez permitem distintas formas de interação dos alunos com o professor e os conteúdos de Física, algumas nos parecem mais adequadas. Tanto pelas características que se pretende que sejam destacadas e alcançadas nas atividades experimentais, levando em conta aspectos da ludicidade, como também pela estrutura e recursos disponibilizados pela Escola e pelo projeto PIBID.

Analisando situações desejadas e ao mesmo tempo viáveis, consideramos, que as atividades experimentais deveriam se compor entre três aspectos: manuseio do equipamento experimental, construção de protótipos e a utilização de roteiro ou texto-guia. Com isso, é possível criar combinações entre os três aspectos, desenvolvendo diferentes possibilidades de interação entre o professor, o aluno e o conteúdo de Física.

Considerando tais combinações, nos aproximamos das modalidades de laboratório divergente, de projetos e o à disposição dos alunos.

2.2 O jogo

Em seu livro *Homo Ludens*, Huizinga (2000) argumenta que o jogo é uma categoria absolutamente primária da vida, tão essencial quando o raciocínio (*Homo sapiens*) e a fabricação de objetos (*Homo faber*), então a denominação *Homo ludens*, quer dizer que o elemento lúdico está na base do surgimento e desenvolvimento da civilização.

Huizinga (2000) define o jogo como sendo uma atividade voluntária exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e alegria e de uma consciência de ser diferente de vida cotidiana.

Algumas características fundamentais do jogo segundo Huizinga, aqui sistematizadas:

- Ser uma atividade livre;
- Não ser vida "corrente" nem vida "real", mas antes possibilitar uma evasão para uma esfera temporária de atividade com orientação própria;
- Ser "jogado até o fim" dentro de certos limites de tempo e espaço, possuindo um caminho e um sentido próprios;
- Criar ordem e ser a ordem, uma vez que quando há a menor desobediência a esta, o jogo acaba. Todo jogador deve respeitar e observar as regras, caso contrário ele é excluído do jogo (apreensão das noções de limites);
- Permitir repetir tantas vezes quantas forem necessárias, dando assim oportunidade, em qualquer instante, de análise de resultados;
- Ser permanentemente dinâmico.
- Gera tensão nos jogadores

Os jogos de maneira geral são desafiadores e geram momentos de grande satisfação

Tendo em vista tais aspectos, acreditamos que modalidades de laboratórios como o divergente e o de projetos tenham similaridades durante algumas situações. Algumas das formas de interação entre o objeto (no caso materiais experimentais), o indivíduo e o conhecimento, teriam características análogas ao do brincar.

Ramos (1990) analisa possibilidades advindas da interação lúdica do sujeito com o conhecimento:

Através da interação lúdica do sujeito com o conhecimento, poderão ocorrer algumas possibilidades, todas elas interessantes para a aprendizagem imediata e futura:

- a formação de novos conceitos;
- desenvolvimento cognitivo
- exercício de estruturas cognitivas e/ou motoras já existente;
- ou, ainda, contribuir para a formação de uma espécie de massa crítica para aprendizagem futura, devido à familiarização do sujeito com este objeto ou ideia. (RAMOS, 1990, p. 217)

Tal interação, portanto, representa estratégia interessante do ponto de vista do aprendizado de Física. O ponto chave é tentar identificar se as modalidades de Laboratório propostas se aproximam das características de interações lúdicas entre o sujeito e o conhecimento proposto.

3. OBJETIVOS

Pretendeu-se discutir a importância das atividades experimentais para o Ensino da Física na Educação Básica a partir da experiência do Estágio Supervisionado e do projeto PIBID.

Analisar criticamente as atividades didáticas experimentais, sob o enfoque da ludicidade.

Consideramos assim o trabalho no âmbito de uma pesquisa exploratória, qualitativa, baseada em observações de características etnográficas.

Ações foram desenvolvidas e com elas foi possível fazer registros sobre o andamento dos trabalhos e seu reflexo para o Ensino de Física.

As estratégias consideradas e desenvolvidas foram: aula de laboratório com roteiro, oficinas de construção e estudo de materiais experimentais e a implementação de uma Biblioteca de Experimentos.

As aulas de laboratório com roteiro foram pensadas levando em conta a situação das aulas convencionais, onde se privilegia a exposição dos conteúdos e resolução de exercícios. Pensou-se então em alternativas, e para isso, foram elaboradas propostas de aulas não rotineiras. Este modelo de aula abrangeria situações de ensino e aprendizagem diferenciadas, como a mudança do ambiente de estudo, as aulas não seriam necessariamente realizadas nas salas de aulas convencionais, podendo explorar o Laboratório de ciências. Mudança de expectativa quanto o papel do aluno em sala de aula, neste modelo não se esperava que o aluno fosse um expectador passivo enquanto o professor fosse um transmissor de conceitos e solucionador de exercícios, e sim um líder co-protagonista, mostrando caminhos no desenvolvimento e para o desenvolvimento, intermediando as relações de ensino e aprendizagem, enquanto do aluno é esperada e estimulada, participação ativa durante as atividades. Tais aulas seriam realizadas tanto no âmbito do Estágio Supervisionado, quanto do PIBID.

A segunda estratégia elaborada foi a Oficina de Ensino e Aprendizagem de Física. Ação pedagógica que a partir da manipulação e construção de experimentos pretende aproximar os estudantes dos conteúdos dessa área. A intenção novamente era fugir do modelo de aula expositiva, procurando criar diálogo autêntico, com base em desafios didáticos que pudessem aguçar a curiosidade dos estudantes para os

conteúdos de Física e para a construção do material experimental. Tais oficinas se realizariam no âmbito do PIBID.

Entendemos que a participação nas atividades das oficinas extrapola a aquisição de técnicas para a construção dos instrumentos, mas propicia um contato diferenciado com os conceitos da Física. Tais oficinas podem oferecer maiores oportunidades de acesso ao conhecimento, diferente daquele que, geralmente, é proposto em aulas apenas expositivas:

- Ao professor, proporciona uma oportunidade de estabelecer novas relações entre os conteúdos e, assim, propor novas atividades que permitam abordagens mais significativas acerca dos temas tratados em sala de aula;
- Ao aluno, oferece-se, entre outras possibilidades, a participação ativa no processo de ensino/aprendizagem.

A terceira estratégia construída foi a implementação de uma Biblioteca de Experimentos, inspirados nas sugestões de Ferreira (1978, p. 39):

(...) procuramos aumentar o número de experimentos possíveis introduzindo aparelhos simples, construídos por alguns alunos. Como o curso noturno não tinha aulas práticas de Física surgiu a ideia de formar uma “biblioteca de instrumentos” para que aqueles alunos tivessem oportunidade de acesso à Física experimental e também, permitir que outros alunos de outras classes desenvolvessem, em suas casas, os experimentos que alguns estavam desenvolvendo.

Ou seja, tal como relatado por Ferreira para o contexto de seu trabalho, optamos pela criação de acervos de experimentos construídos com materiais de baixo custo, que podem ser guardados em pequenas caixas e facilmente armazenados em armários. Tais acervos ficarão nas escolas parceiras e estarão à disposição tanto do professor (para ser utilizado em atividades em sala de aula) quanto dos alunos (que podem emprestar um experimento – caixa contendo o protótipo experimental, texto-guia e material de apoio, como papel higiênico e canudos de refresco – da mesma forma como se empresta um livro em uma biblioteca e, assim, realizar atividades em sua própria casa). Os recursos para a implementação, serão disponibilizados pelo projeto PIBID, em conjunto às escolas parceiras, que contribuirão cedendo estrutura física e pessoal para administração.

De todo o material que será reunido, grande parte será construído pelos bolsistas do PIBID que integram o grupo da Física. Porém, não excluimos a possibilidade de

participação, por meio de oficinas, de alunos e professores das escolas parceiras do projeto, na confecção do acervo da Biblioteca de Experimentos.

Pretende-se utilizar informações dos empréstimos dos experimentos, realizados na Biblioteca, para analisarmos as suas implicações para o Ensino de Física. Indicadores como a aparente utilização ou não destes equipamentos, quando emprestados, o estado físico das caixas e dos experimentos na devolução, podem sugerir o impacto de tal atividade e a interação que existe entre o aluno, o equipamento e conteúdos de Física.

4. CONTEXTO

A escolha pela abordagem de conteúdos relacionados à Eletrostática se dá no âmbito de reuniões preliminares do projeto PIBID, em que ainda se discutia possibilidades de trabalho e se avaliava condições existentes tanto nas Escolas parceiras, como no projeto em si. A busca por referenciais teóricos nos levou ao trabalho de Ferreira (1978), que aborda assuntos relacionados à experimentação no Ensino de Física, ao Laboratório de Ciências e à Eletrostática. Por fim se teve como resultado a escolha do tema Energia, como assunto estruturador para os três grupos que compõem o subprojeto interdisciplinar do PIBID. Tal escolha não eliminou a abordagem experimental de outros conteúdos de Física, no decorrer das atividades.

No Ensino Médio, conteúdos que abrangem os temas de Eletrostática e Eletrodinâmica, geralmente são abordados no 3º Ano. Sugestão dos próprios Livros Didáticos, como em Gaspar (2000), e também em Biscuola, Doca e Villas Boas (2007). E ainda como sugestão apresentada nas Orientações Educacionais Complementares aos PCNs para o Ensino Médio (Brasil, 2004), onde se privilegia a abordagem de tais temas, no 2º ou 3º Anos.

Para as atividades neste trabalho relatadas, elegeu-se que as experiências didáticas seriam realizadas na Escola de Ensino Médio que é parceira do PIBID, na cidade de Rio Claro (SP). A escola está localizada no Centro da cidade e começou suas atividades em 1918. Inicialmente, o objetivo de sua criação era o de oferecer a profissionalização para os jovens e atender a demanda de profissionais na região. Atualmente atende 360 alunos do 1º ao 3º ano do ensino médio e oferece sete habilitações profissionais em cursos complementares. Como se discutiu, possui um laboratório de ciências, mais voltado para a área de química, que foi recentemente reformado, possuindo boa estrutura de bancadas e itens de segurança. Não foram localizados materiais de laboratório para a área de Física.

4.1. Os protótipos

A eletricidade e os fenômenos elétricos, sempre geraram grande interesse, admiração e também receio. Talvez por ser do cotidiano da maioria da população, e mesmo assim continuar sendo um tema enigmático. Tais fenômenos e/ou os equipamentos que os utilizam interferem diretamente nas atividades humanas.

Os assuntos geralmente desenvolvidos nos cursos de Física do Ensino Médio tendem a serem restritos aos tópicos de Eletrodinâmica, deixando em segundo plano os assuntos relacionados à Eletrostática. Medida controversa, já que conceitos como força, campo e potencial elétricos, tornam o estudo da Eletrodinâmica mais compreensível e completo.

Optou-se então, pela busca de materiais experimentais que abordassem o tema Eletrostática e, para isso elegeram-se os seguintes experimentos:

- Pêndulo Eletrostático simples;
- Pêndulo Eletrostático Duplo;
- Vetor Eletrostático (*versorium*)
- Eletroscópio de folha
- Igrejinha Eletrostática
- Capacitor
- Gaiola de Faraday

Além do equipamento experimental chamado de Eletróforo de Pizza. Além das figuras abaixo, as descrições das montagens de tais materiais estão representadas no Anexo I.

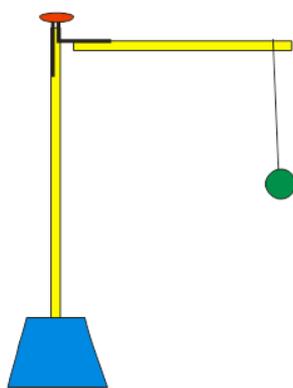


Figura 2
Pêndulo Eletrostático Simples

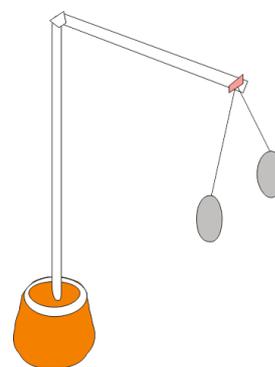


Figura 3
Pêndulo Eletrostático Duplo

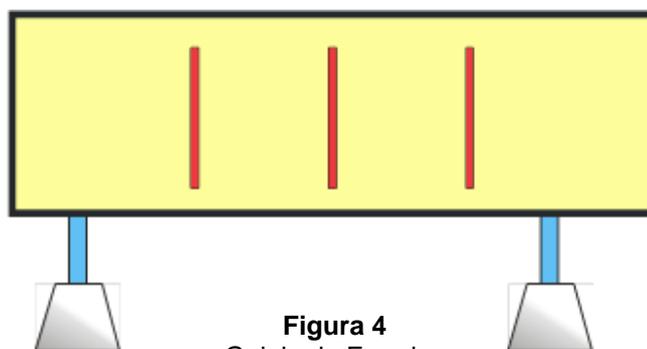


Figura 4
Gaiola de Faraday

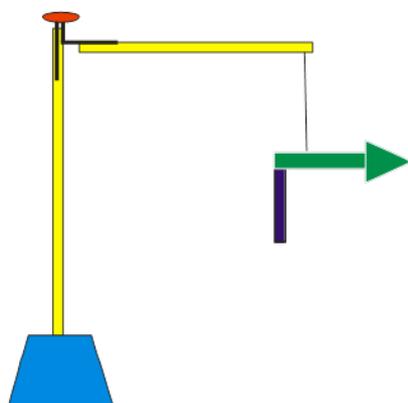


Figura 5
Vetor Eletrostático

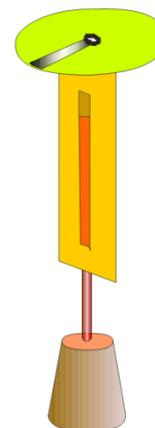


Figura 6
Pêndulo Eletrostático Simples

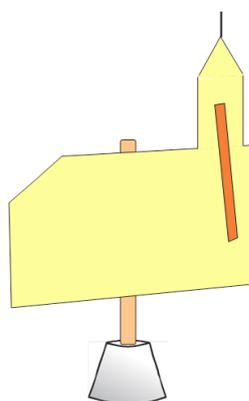


Figura 7
Pêndulo Eletrostático Simples

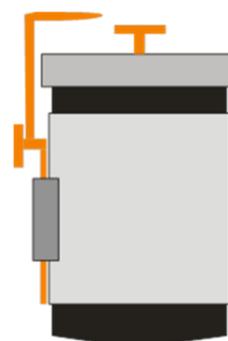


Figura 8
Pêndulo Eletrostático Simples

Tal como no trabalho de Ferreira (1978), tais experimentos utilizam em sua construção materiais de baixo custo e fácil acesso, como: canudinho de refrigerante; copinho plástico de café; massa de modelar; papel cartão ou cartolina; alfinete e colchetes. Com materiais dessa natureza, torna-se possível construir instrumentos que abordam grande parte do conteúdo da eletrostática tratado na Educação Básica.

4.2. O baixo custo

Como já se discutiu, os laboratórios de ciências deixaram de existir na maioria das escolas da Rede Pública de Ensino. Em nosso caso, a exceção é a escola de Ensino Médio, que possui laboratório de ciências apto a acolher atividades

experimentais, sendo que foi recentemente reformado e possui os requisitos de segurança. Porém pouco, ou quase nada, se conservou dos materiais destes laboratórios. Ainda, é possível encontrar vidrarias e produtos químicos (o que representa grande risco, pois a maioria destes produtos já não possui mais identificação, e acabam ficando nos armários sem descarte apropriado).

Essa inequação de infraestrutura Física e/ou material se torna a justificativa da não prática de atividades didáticas experimentais. Juntamente com as questões de falta de tempo para preparação de tais atividades, a carga horária reduzida para as disciplinas de ciências e a indisciplina dos alunos.

É justamente o que não se deseja, a falta do laboratório didático não deve se tornar uma causa ou justificativa para a não realização de atividades didático experimentais.

Portanto, a escolha por materiais experimentais que não necessitem de ambientes exclusivos para sua utilização se torna estratégia interessante do ponto de vista operacional.

A questão econômica seria uma boa justificativa para a escolha destes materiais de baixo custo. Alegando-se que são materiais simples, baratos e facilmente encontrados. Porém, quando se pensa em atividades a serem realizadas abrangendo no mínimo uma sala de aula, e calculam-se os valores a serem investidos na compra destes materiais, se vê que a conta não será necessariamente baixa. É claro que se comparado a equipamentos experimentais industrializados, o custo será na maioria das vezes menor. No entanto, não é o fator econômico que determina a escolha de tais materiais.

Materiais e equipamentos didáticos sofisticados tendem a ser tão protegidos pela escola, que acabam não sendo ao menos utilizados. E quando da sua utilização, se torna uma situação de alto estresse. O aluno acaba incorporando apreensão em relação aquele objeto, fica com medo do que pode ocorrer se algo for quebrado.

Para tanto citamos Ramos (1990, p. 148):

Acreditamos, porém, que didaticamente falando, os materiais muito caros acabam impedindo um contato real entre a pessoa e o conhecimento implícito nele, justamente pelo fato de serem custosos, o que os torna verdadeiras “raridades”, que não podem correr riscos de serem estragados com o uso de “inexperientes alunos”. Tornam-se, como analisamos anteriormente, brinquedos caros, que ficam guardados no armário.

Ramos (1990, p. 146) ainda defende que “[...] é preciso trabalhar com materiais, cujo valor econômico não impeça de a pessoa ousar, isto é, que permitam à pessoa até alterá-lo se assim desejar e que, além disso, sejam razoavelmente familiares a ela.”

Portanto a escolha por materiais de baixo custo se liga indiretamente ao fator econômico, porém, sem que se vise uma economia de recursos. É uma escolha didática optar por estes materiais.

Aspecto que deve ser notado é que a escolha por determinados materiais deve levar em conta as características físicas que são desejadas para cada construção. Em nosso caso, os materiais escolhidos devem ter características que permitam a construção dos protótipos relacionados ao tema de Eletrostática e que funcionem de maneira adequada, conforme as possibilidades de cada equipamento.

A maioria destes materiais é do nosso cotidiano e são bem conhecidos, ou melhor, a sua principal utilização é bem conhecida. O canudo de refresco, por exemplo, geralmente se conhece a sua principal função, o auxílio na ingestão de líquidos. Mas, não há um interesse maior em se estudar este simples objeto. Então, quando novas possibilidades de uso, que pareciam inimagináveis, são materializadas naquele objeto, propicia-se novas e relevantes condições para aprendizagem.

Ramos trata sobre o novo e a aprendizagem:

Uma parte importante da ludicidade aparece ligada à aprendizagem, quando o sujeito, independente da sua faixa etária, encontra-se com algo "novo", seja este algo "novo" um conhecimento material ou lógico-matemático. Desvendar o novo representa um desafio lúdico para o sujeito. Mas a possibilidade de contato com o inusitado, não se prende necessariamente a uma novidade. Às vezes, o sujeito pode encontrar algo novo naquilo que lhe parecia velho e familiar, quando é capaz de enxergar novas relações e novos aspectos ali presentes. (RAMOS, 1990, p. 217)

Estes materiais que pareciam tão familiares são capazes de gerar grandes dúvidas no indivíduo, relativas ao seu conhecimento sobre aquele material, que até a pouco parecia tão absoluto.

A utilização desse tipo de material experimental não pretende excluir outras atividades tradicionalmente implantadas no Ensino de Física. Pretende-se um

resgate da cultura experimental no ambiente escolar da Rede Pública de Ensino, através das estratégias aqui discutidas. Aspectos sobre os materiais de baixo custo também são detalhadamente estudados por D'Avila (1999).

5. TENTANDO EXPERIMENTAR

5.1. Oficinas de aprendizagem e ensino

A primeira estratégia, visando à reintrodução de atividades experimentais no Ensino de Física, que foi realizada na Escola de Ensino Médio, foi a oficina de ensino-aprendizagem, ação pedagógica que a partir da manipulação e construção de experimentos pretende aproximar os estudantes dos conteúdos de Física.

A intenção era fugir do modelo de aula expositiva tentando criar diálogo legítimo, com base em desafios didáticos que pudessem aguçar a curiosidade dos estudantes para o conteúdo de Eletrostática e para a construção do material experimental.

Tendo em vista as atividades escolares habituais, se estabeleceu que as atividades das oficinas deveriam acontecer em período inverso ao de aulas.

Optou-se por oferecer inscrições a todos os alunos do Ensino Médio, mediante divulgação, realizada com apoio da professora de Física da Escola¹

Com a limitação da estrutura do laboratório de ciências, restringiu-se o número de alunos por oficina, visando melhor aproveitamento nas atividades de manuseio e construção dos protótipos.

Como mostrado optou-se por realizar atividades relacionadas ao tema Eletrostática e para isso elegemos aqueles sete experimentos a serem construídos com os estudantes: Pêndulo Eletrostático simples, Pêndulo Eletrostático Duplo, Vetor Eletrostático (versorium), Eletroscópio de folha, Igrejinha Eletrostática, Capacitor e Gaiola de Faraday. Além de utilizar o equipamento Eletróforo de Pizza, em algumas observações e apoio, como maior fonte de cargas, se comparado aos canudinhos de refresco quando atritados com papel higiênico.

Ocorreram ainda no ano de 2010, duas oficinas de construção e manuseio de materiais, abrangendo a inscrição de 40 alunos das diferentes séries da Escola de Ensino Médio, que se dividiram em dois grupos. Número que ficou limitado devido ao número de oficinas que se pretendia para a ocasião e ainda devido à capacidade do Laboratório de Ciências.

¹ Sobre a professora mencionada vale a pena destacar que sempre esteve disposta a disponibilizar tempo e trabalho para que fosse possível a realização das atividades neste trabalho descritas, contribuindo ainda com sugestões, na organização das atividades e na intermediação com a escola. Ainda é importante assinalar o bom relacionamento com as escolas parceiras e seus corpos administrativos.

Para cada experimento, inicialmente debatia-se com os estudantes algo sobre o fenômeno físico materializado nos protótipos experimentais. Em seguida demonstrava-se o efeito que poderia ser observado, abrindo nova discussão sobre o que achavam que estava ocorrendo. Após esse diálogo, algumas perguntas ficavam proposadamente em aberto, com o intuito de aguçar a curiosidade epistemológica dos estudantes para o conhecimento enfocado. Então os alunos tinham a oportunidade de construir seus próprios modelos, reproduzindo o protótipo mostrado, mas com chance de realizar alterações tentando fazer com que funcionassem, reproduzindo o efeito estudado e explorando outras possibilidades. Após a construção, fazia-se uma nova conversa refletindo sobre o observado e apresentado conceitos físicos. Ao final da construção dos protótipos os alunos recebiam envelopes e caixas de papelão dobráveis para preservar os seus modelos. Todo material construído poderia ser levado pelos alunos, sendo que a grande maioria dos estudantes optou por levar os experimentos construídos consigo.

Observou-se com essa estratégia que os estudantes ficaram envolvidos com o trabalho, não se verificando conversas paralelas sobre outros assuntos, algo comum nas observações de aulas expositivas tradicionais. Observou-se que poucos alunos apresentavam dificuldades passageiras na construção de detalhes e no desenvolvimento dos efeitos – como a gota de alumínio dos pêndulos eletrostáticos – entretanto com a ajuda de colegas e do professor, superavam tais dificuldades. Todos os participantes se mostraram ativos e interessados nos conteúdos trabalhados e aparentemente nenhum deles conhecia os experimentos trabalhados.

O grande interesse pela inscrição, a disposição em estudar fora do horário de aulas, o envolvimento durante as atividades e as discussões geradas, evidenciaram o anseio dos alunos, por atividades diferentes das aulas expositivas.



Foto 1 – Variação da Igrejinha Eletrostática construída durante Oficina

Foi possível perceber que os alunos da 1ª série ficavam especialmente fascinados com os experimentos. Os da 3ª série procuravam utilizar seus conhecimentos teóricos para discutir os resultados observados, dialogando com os professores. Além disso, no decorrer da oficina, percebemos que os estudantes incorporavam as observações e os termos utilizados no diálogo didático, conseguindo a cada experimento fazer previsões mais consistentes do ponto de vista dos conceitos físicos e das observações qualitativas.

5.1.1. Oficinas semanais

Nos primeiros meses do ano de 2011, surgiu a ideia e a possibilidade de formação de um pequeno grupo de alunos que desenvolveria estudos em Física a partir de encontros semanais realizados em horário extra ao das aulas. Tais atividades seriam desenvolvidas dentro do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Júnior (PIBIC Jr), que visa promover a iniciação de alunos da Educação Básica e Pública de Ensino na pesquisa científica, concedendo bolsas de estudos e promovendo convivência cotidiana com o procedimento científico.

Foram selecionados alunos do Ensino Médio com aparente interesse por estudos de Física e por atividades extracurriculares. O grupo se constituiu com três alunos bolsistas e ainda um aluno voluntário.

Definiu-se que o trabalho se daria em oito horas semanais, divididas em um período para estudos teóricos e outro para os encontros, que teriam como ambiente de trabalho o Laboratório de Ciências da própria escola.

Os trabalhos se iniciaram a partir da realização de Oficinas de Aprendizagem e Ensino de Física, estruturadas de forma semelhante às Oficinas descritas no item anterior. Onde era possível construir e estudar os experimentos de Eletrostática. Visando um modelo de Laboratório divergente.

O trabalho seguia com o estudo teórico dos assuntos relacionados à Eletrostática. Além do Livro Didático adotado pela Escola, buscou-se bibliografia complementar em livros do nível Superior de Ensino. Procurando desenvolver formação estruturada e teoricamente embasada.

Foram então elaboradas, em conjunto com os alunos, possibilidades individuais de trabalho. Definiu-se como um primeiro trabalho individual, o estudo crítico e aprofundado de determinado experimento. Cada aluno elegeu seu objeto de estudo.

Os alunos tinham liberdade no estudo do seu funcionamento, na busca por modelos e no seu aprimoramento. Mantinham um contato amplo e crítico com os conteúdos de Física relacionados aos estudos desenvolvidos.

A partir destes estudos individuais, surgiu a possibilidade de formalização dos trabalhos na forma de artigos científicos, a serem submetidos ao Congresso de Iniciação Científica (CIC) da UNESP.

Os quatro trabalhos submetidos foram aceitos e apresentados na forma de painéis, elaborados também pelos estudantes. Dois destes trabalhos ainda receberam premiação e menção honrosa.

Ao decorrer do trabalho conjunto aos alunos, foi possível verificar grande desenvolvimento qualitativo referente aos conteúdos de Física estudados. Conseguiram levantar e debater diferentes aspectos teóricos da construção do material experimental.

Com destaque para um destes estudantes, o qual chamaremos de E1. Este aluno em especial, demonstrou grande interesse pelo material experimental e conteúdos propostos. Ao longo das oficinas semanais e dos estudos teóricos, desenvolveu grande capacidade de reflexão crítica quanto aos conteúdos de

Eletrostática e aos materiais experimentais. Criou grande autonomia na busca por aprimoramentos dos materiais experimentais inicialmente propostos, sugerindo modificações e apresentando sugestões de utilização de outros materiais nas construções. Passou ainda a buscar, espontaneamente, novos experimentos que pudessem ser construídos e que fossem pertinentes aos estudos do tema. Além da busca, optou por desenvolver construções em sua casa, testando possibilidades e adaptando materiais necessários, aos que ele podia obter.

Desenvolvimento bastante semelhante ao que descreve Ferreira (1978), sobre o Laboratório de projetos em que há participação quase autônoma do aluno.

O trabalho continuará na busca por novos materiais experimentais, sua construção e na elaboração de projetos de trabalho individual.

5.2. Aulas de Laboratório com roteiro

Na tentativa de integrar os conteúdos de Física do Ensino Médio, com as atividades experimentais aqui propostas, elaborou-se nova estratégia que permitisse a realização de tais atividades no período convencional de aulas. Neste formato, as atividades tiveram de ser adequadas aos espaços disponíveis, como a própria sala de aula e o laboratório de ciências, e também ao tempo disponível para serem realizadas, já que no Ensino Médio não é comum haverem aulas duplas. Portanto, tais aulas experimentais não deveriam se alongar por mais de 50 minutos, que é a duração de uma aula convencional.

Tendo em vista o currículo do Ensino Médio, optou-se por realizar tais atividades junto a um dos 3^o anos da Escola, pois era quando os conteúdos de Eletrostática seriam estudados. Dividiram-se as atividades da disciplina de Física daquela Turma, com o professor de Física, onde era realizado trabalho conjunto dentro das expectativas dos conteúdos a serem estudados. O professor de Física se responsabilizava por metade da carga horária semanal, enquanto nos responsabilizávamos pela outra. Porém, tais atividades deveriam ainda estar de acordo à ementa, sem causar prejuízos aos conteúdos da disciplina.

De forma a criar e analisar diferentes situações de ensino e aprendizagem, as aulas foram realizadas tanto em laboratório, como em sala de aula. Um dos roteiros

utilizados em aula, em que se analisou o Eletroscópio de Folhas, encontra-se no Anexo II.

Este modelo de laboratório se assemelha ao tradicional descrito por Ferreira (1978), porém com características do laboratório divergente. Pois ainda que utilizássemos texto-guia, não necessariamente se deveria ficar preso a ele. Os estudantes tinham liberdade para investigação. E o que também se privilegiava era o debate, gerado a partir de questões estratégicas, deixadas em aberto. Algo que se assemelhava às oficinas, porém sem a construção de materiais.

Era possível observar grande ansiedade por parte dos alunos na expectativa das aulas de Laboratório. Porém, nem sempre o cronograma de atividades permitia as suas realizações. O que incomodava os estudantes.

Tal incômodo surgia, pois sabiam que teriam no lugar das atividades de Laboratório, as atividades rotineiras, ligadas ao modelo de aulas expositivas. Com explicação e resolução de exercícios.

A realização das atividades em diferentes espaços (Laboratório de Ciências ou sala de aula), não revelou grandes diferenças no aproveitamento dos alunos durante o decorrer das atividades. Embora as primeiras visitas ao Laboratório, sejam empolgantes para os alunos, já que não frequentam aquele ambiente frequentemente. O que revela o potencial de utilização destes materiais, já que não necessitariam de espaços exclusivos para sua realização.

5.3. Biblioteca de Experimentos

O acervo de experimentos da Escola de Ensino Médio se encontra ativo e em fase de complementação, com o depósito de novos kits. Encontra-se juntamente com a biblioteca escolar e é controlada pela bibliotecária responsável. O acervo tem identificação similar aos dos livros, e quando da devolução, são realizadas inspeções de verificação e reposição de materiais descartáveis.



Créditos da fotografia: Danyellen Galindo

Foto 2 – Kit experimental da Biblioteca de Experimentos (acompanha ainda roteiro similar ao visto em Anexo III).

Um grande número de exemplares foi confeccionado pelos bolsistas do PIBID, e armazenados nas caixinhas, devidamente identificadas.

A disponibilização de tais materiais na Biblioteca dependia do preparo dos roteiros que acompanham os Kits, da demanda por determinados equipamentos e da disponibilização de espaço físico junto à biblioteca convencional.



Foto 3 – Aspecto do Laboratório de Ciências da Escola de Ensino Médio, durante o preparo de Kits experimentais.



Foto 4 – Aspecto do material de consumo e apoio, alojado em armário exclusivo disponibilizado pela Escola

O que se pôde observar com a verificação dos empréstimos, durante o breve período de análise, foi que há uma grande quantidade de empréstimos, logo após a disponibilização de novos experimentos. Em tais verificações, pudemos notar em todos os kits emprestados, que havia indícios da sua utilização, como por exemplo, a falta dos materiais de consumo (papel higiênico e canudinhos – que indicamos que descartem após a utilização), ou ainda a desordem dentro da caixinha. Não foram notados casos de destruição total ou parcial dos experimentos, nem dos roteiros, bases e caixas. O que preliminarmente revela a valorização que os alunos têm por estes materiais, mesmo sendo construídos com materiais descartáveis e de baixo custo.



Foto 5 – Mostra o primeiro depósito de Kits experimentais na biblioteca.

6. MOMENTOS LÚDICOS

As atividades experimentais no ensino de ciências são práticas pouco recorrentes nas escolas. As oficinas de ensino e aprendizagem propiciaram aos alunos contato de maneira nova com os conceitos da Física.

Discutiu-se no capítulo anterior da organização e realização das atividades didáticas experimentais, na forma da Oficina de Aprendizagem e Ensino de Física, das aulas de Laboratório com roteiro e da Biblioteca de Experimentos.

Características de algumas situações que se passaram durante estas atividades nos chamaram a atenção.

Durante as oficinas, como foi discutido, na apresentação de cada experimento, algumas perguntas (algumas delas que os próprios alunos formulavam, outras previamente analisadas pelo professor e então colocadas) ficavam estrategicamente em aberto.

Por exemplo, após a construção do Pêndulo Duplo, quando se propiciava a eletrização do mesmo através da troca de cargas por contato, com um canudinho previamente eletrizado por atrito. Nesta situação, quando as folhas de papel alumínio do Pêndulo tocam o canudinho carregado e cargas são trocadas, as folhas se abrem, repelindo-se uma à outra, pois se eletrizaram com cargas de mesma origem. Nesta condição, podemos analisar materiais condutores e isolantes. Ao tocarmos as folhas de alumínio com nossa mão, vemos que elas abaixam, se fecham, indicando que perderam o excesso de cargas, devido ao aterramento durante o toque. Concluímos com isso, que nossa mão, nosso corpo são condutores elétricos, já que conduziram cargas entre o Pêndulo e a Terra.

Nesta situação eram então sugeridos, diferentes testes para que se verificassem os materiais condutores e os materiais isolantes elétricos. Já se conhecendo as características de certos materiais do ambiente escolar, como a borracha, e sabendo-se que algumas delas apresentam características de isolantes elétricos e eventualmente outras de condutores, tais materiais eram sugeridos.

Condutores segundo Hewitt (2002, p. 376):

É fácil estabelecer uma corrente elétrica em metais porque um ou mais dos elétrons das camadas mais externas desses

átomos não estão firmemente presos aos núcleos. Ao contrário, eles são praticamente livres para vagar pelo material; Tais materiais são chamados de condutores.

No momento da sugestão, já podia se ouvir diferentes alunos indicando que tinham plena convicção de que suas borrachas eram boas isolantes elétricas antes mesmo de realizar o teste através do Pêndulo Duplo.

Isolantes segundo Hewitt (2002, p. 376):

Em outros materiais, borracha e vidro, por exemplo, os elétrons estão firmemente ligados e pertencem de fato a átomos individuais. Eles não são livres para vagar por entre os outros átomos do material. Consequentemente não é fácil fazê-los fluir. Esses materiais são maus condutores de corrente elétrica. Chamados de bons isolantes.

Eventualmente, alguns destes alunos, comprovavam sua hipótese rapidamente, ao tocarem com suas borrachas, o Pêndulo carregado eletricamente, sem que houvesse modificação na configuração das folhas de alumínio (permaneciam abertas, se repelindo). Porém, nem todas as borrachas provavam serem isolantes elétricas. Em alguns casos, quando o aluno tocava com sua borracha no Pêndulo eletrizado, as folhas de alumínio se abaixavam, perdendo o excesso de cargas elétricas. Mostrando que aquelas borrachas eram condutoras elétricas.

Neste momento, ocorria um evento totalmente controverso para o estudante, pois há instantes ele tinha completa convicção de que borracha é isolante elétrico. Neste instante ocorria uma quebra conceitual do que o estudante concebia e do que ele estava verificando experimentalmente. Procurava então repetir a operação, como que se buscasse um resultado diferente, que comprovasse sua teoria inicial. E falhava repetidamente. Partia então para o empréstimo de borrachas de colegas, quando demonstrava que a sua não era isolante elétrica e tentava encontrar uma que fosse.

Claro que rapidamente encontrava uma com as características que desejava. Então eram sugeridos novos testes com outros materiais, em busca dos materiais condutores e outros isolantes elétricos. O que acabava levando a outros confrontos entre o que acreditavam antes do teste e após a verificação.

Neste momento se identificavam algumas daquelas características do jogo, segundo Huizinga (2000). Naquele momento era uma atividade livre, não era vida

“corrente” (a verificação tornava-se uma evasão para outra esfera temporária), era ordem e criava ordem (as regras estavam impostas e eram respeitadas), podiam-se repetir quantas vezes o aluno quisesse, gerava tensão (quanto ao resultado inesperado de alguns testes, e a busca por repostas).

Naquela situação e naquele período de tempo ocorreram interações lúdicas entre os sujeitos e o conhecimento.

7. CONCLUSÕES

As atividades experimentais realizadas junto à Escola de Ensino Médio, parceira do projeto PIBID, propiciou interação de forma nova e desconhecida, dos alunos com materiais experimentais e com conteúdos de Física. Nas Oficinas de Aprendizagem e Ensino os alunos puderam construir seus próprios protótipos, manuseando e desvendando o experimento. Nas aulas de Laboratório, puderam investigar situações e construir outras, antes só vistas em explicações e exercícios. Com a Biblioteca de Experimentos, têm agora a sua disposição, materiais experimentais com que é possível abranger boa parte do conteúdo de Eletrostática do Ensino Médio.

Do ponto de vista da ludicidade, os momentos lúdicos e a interação dos sujeitos com o conhecimento, que o material experimental proporciona quando estrategicamente utilizado, parecem ser de grande pertinência para o Ensino de Física na Educação Básica. Já que podem possibilitar segundo Ramos (1990) a formação de novos conceitos, o desenvolvimento cognitivo, exercício de estruturas cognitivas e/ou motoras já existentes, ou, ainda, contribuir para a formação de uma espécie de massa crítica para aprendizagem futura, devido à familiarização do sujeito com este objeto ou ideia.

O foco do trabalho em atividades experimentais para o Ensino de Física permite resgatar, de forma crítica, materiais didáticos.

É possível a utilização de experimentos didáticos no Ensino de Física na Rede Pública de Educação Básica. Para tanto, certas condições e recursos são necessários, como a habilidade e disposição do Professor de Física. A formação inicial do Professor de Física precisa abranger aspectos diversos e por fim desenvolver competências e habilidades necessárias na elaboração de práticas não rotineiras para o Ensino de Física, e ainda precisa ter disposição para realizá-las já que tais atividades preveem seu conhecimento prévio. O Professor precisa conhecer o material experimental e analisá-lo criticamente, procurando situações que se encaixam com os objetivos e conteúdos a serem estudados. Borges (2006, p. 1) analisa a necessidade de melhorias na formação inicial de professores dizendo que “[...] se por um lado precisamos aumentar a quantidade de professores formados,

por outro isso não é suficiente: precisamos mudar a qualidade dos professores formados. Formar mais e formar melhor!”.

As modalidades de Laboratório aqui escolhidas, tiram o foco da aprendizagem centralizada na figura do Professor, e distribui com o próprio aluno. Em tais modalidades é necessário que haja também, disposição por parte dos estudantes. Eles se tornam protagonistas ativos, em sua própria formação.

No caso das Oficinas de Aprendizagem e Ensino, verifica-se a necessidade de todo o material de consumo, necessário às construções, bem como material de apoio (basicamente material de escritório). Além de pequena caixa de ferramentas do Professor, que dê conta de pequenos reparos e montagens.

Para a Biblioteca de Experimentos, são necessários essencialmente os mesmos materiais das Oficinas, além de espaço para acomodação dos kits experimentais após a sua confecção e ainda disposição de pessoal, no controle dos empréstimos e na reposição dos materiais descartáveis.

Portanto, nem sempre a realização de atividades e implementação de estratégias didático experimentais são triviais. Nem sempre o investimento é de baixo custo, como o nome do material sugere.

Não se espera também que se tomem as atividades experimentais como as raízes de todos os problemas do Ensino de Física no Brasil. E sim, sugere-se que tais atividades existem e que são *armas poderosas*.

Do ponto de vista do projeto PIBID, três aspectos deste programa devem ser particularmente destacados: o aumento da aproximação dos licenciandos com as atividades de Educação Básica, muita vezes restritas nos currículos tradicionais dos cursos de Graduação a atividades pontuais ou ao estágio supervisionado de Prática de Ensino, e, além disso, o envolvimento de Escolas de Educação Básica e docentes deste nível como parceiros, atuando de maneira colaborativa. E abre-se igualmente possibilidade de aliar pesquisa à docência.

REFERÊNCIAS

BISCUOLA, G. J.; DOCA, R. H.; VILLAS BOAS, N. *Tópicos de Física*. Volume 3. Saraiva: 2007

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v.19, n.3: p.291-313, dez. 2002.

BORGES, O. Formação inicial de professores de Física: formar mais! Formar melhor! *Rev. Bras. Ens. Fís.* vol.28 n.2, Abril/Junho 2006

Brasil, MEC, SEMTec, Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, Brasília: MEC/SEMTec, 1999, 364 p.

Brasil, MEC, SEF, Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais, Brasília: MEC/SEF, 1998, 138 p.

Brasil, MEC, SEMTec, Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias Brasília: MEC/SEMTec. Acessado em 10/09/2011 no website <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>

D'ÁVILA, A. R. L. N. Utilização de materiais de baixo custo no Ensino de Física. Monografia (especialização) UNESP: Bauru, 1999.

FERREIRA, N. C. e RAMOS, E.M. de F. Cadernos de instrumentação para o ensino de física: eletrostática, Rio Claro: UNESP/IB, 2008.

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.

GASPAR, Alberto. Eletromagnetismo - Física moderna. Física. São Paulo. : Ática. - 2000. 448 p.

HEWITT, P. G. *Física Conceitual*. Porto Alegre: Bookman,2002

HUIZINGA, J. *Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura*. São Paulo: Perspectiva, 2000

RAMOS, E. M. de F. Brinquedos e Jogos no Ensino de Física, dissertação (mestrado), USP: São Paulo, 1990.

RAMOS, E. M. de F.; FERREIRA, N. C. Desenhos de Apoio aos Experimentos de Eletrostática. Publicação Avulsa. Oficina de Aprendizagem e Ensino de Física, IB, UNESP: Rio Claro, SP, 26/09/2011, 35 p.

RAMOS, E. M. de F.; SARTORELLO, J. H. Roteiros da Biblioteca de Experimentos de Física: Pêndulo Eletrostático Duplo. Publicação Avulsa. Oficina de Aprendizagem e Ensino de Física: Rio Claro, SP, 26/09/2011, 8 p.

ROBILOTTA, M.R. O cinza, o branco e o preto – da relevância da história da ciência no Ensino de Física. Cad. Cat. Ens. Fís., Florianópolis, 5 (Número Especial): p. 7-22, jun. 1988.

SANTOS, E. M. dos; PIASSI, L. P. C.; FERREIRA, N. C. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção de autonomia de professores de Física: Uma experiência em formação continuada. IX ENPEF. Jaboticatubas, MG, 2004.

BIBLIOGRAFIA

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

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BLOSSER, Patrícia E. O Papel do laboratório no Ensino de Ciências. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, 5(2), p. 74 a 78, 1988.

FEYNMAN, R. P.; Leighton, R. B.; Sands, M. *Lições de Física*. Porto Alegre: Bookman, 2008.

GASPAR, A. *Experiências de ciências para o 1o grau*. 3a ed. São Paulo: Ática, 1995.

PERELMAN, Y. I. – Problemas e experimentos recreativos – livro I. Moscou (Rússia): Mir, 1975.

PERELMAN, Y. I. – Problemas e experimentos recreativos – livro II. Moscou (Rússia): Mir, 1975.

RAMOS, E. M. de F.; TEIXEIRA, M. E. F.; PINTO, D. A. e BENETTI, B. *Roteiros da Usina Pedagógica*. Publicação Avulsa. Museu da Energia Usina-Parque do Corumbataí: Rio Claro, SP, 7/11/2005.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino de Física. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 20, n. 1, abr. 2003.

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.

ANEXOS

ANEXO I

Descrição dos equipamentos experimentais

ANEXO II

Roteiro de aula de laboratório

ANEXO III

Modelo de roteiro da Biblioteca de Experimentos

I. DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS EXPERIMENTAIS

a) Pêndulo Simples

O pêndulo eletrostático simplesⁱ nos permite dizer se um corpo está ou não carregado eletricamente. A partir deste equipamento é possível analisar a eletrização por atrito, por contato e também indução. E ainda os fenômenos de atração e repulsão elétrica.

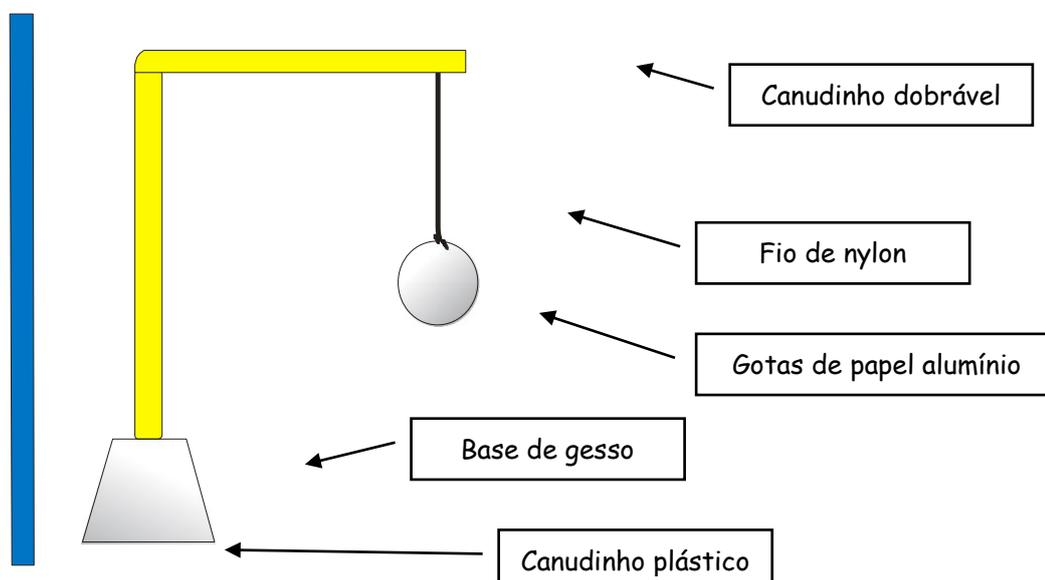


Figura 9 – Representação do Pêndulo Simples

ⁱ Ilustrações reproduzidas de RAMOS, E. M. de F.; FERREIRA, N. C. Desenhos de Apoio aos Experimentos de Eletrostática. Publicação Avulsa. Oficina de Aprendizagem e Ensino de Física, IB, UNESP: Rio Claro, SP, 26/09/2011, 35 p.

b) Pêndulo Duplo

O Pêndulo Eletrostático Duplo nos permite notar a existência de cargas elétricas, os diferentes tipos de eletrização, os fenômenos de atração e repulsão, além de definir materiais condutores e isolantes.

Com este aparato experimental, podemos ainda medir aproximadamente as cargas elétricas das duas folhas de alumínio.

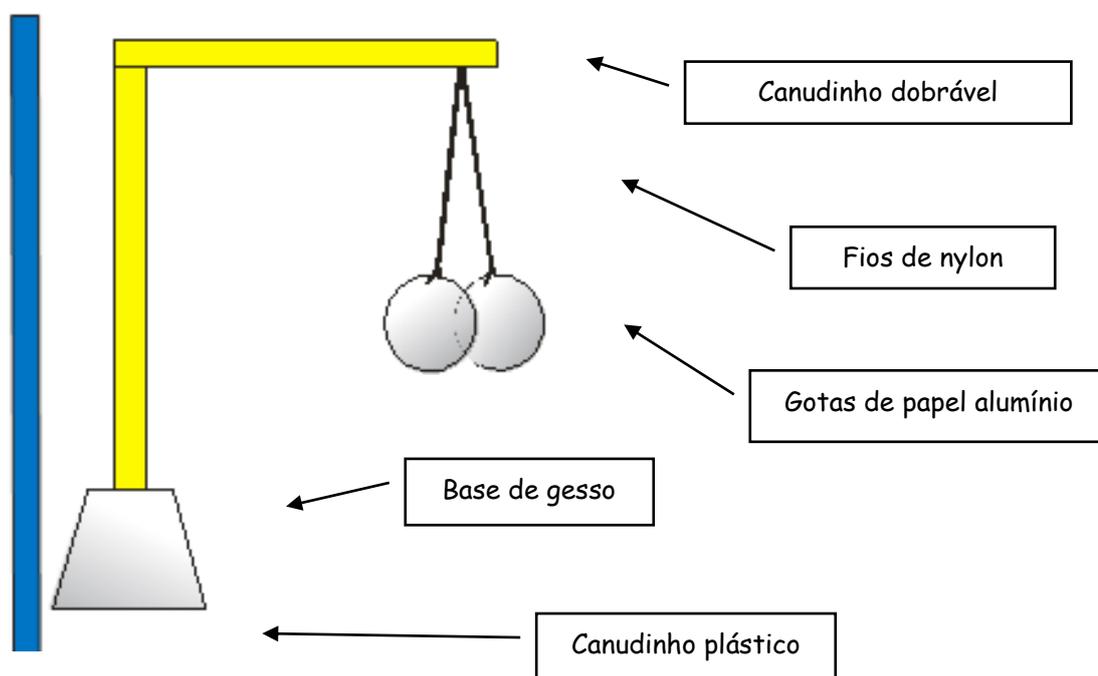


Figura 10– Representação do Pêndulo Duplo

c) Eletroscópio de folhas

O eletroscópio de folha nos permite dizer se um corpo está ou não carregado eletricamente.

O eletroscópio de folhas tem como objetivo principal mostrar a existência de cargas elétricas e suas propriedades de atração e repulsão. Também pode nos auxiliar no estudo dos diferentes tipos de eletrização (por atrito, contato e indução), e também nos ajuda a identificar tipos de materiais condutores e isolantes.

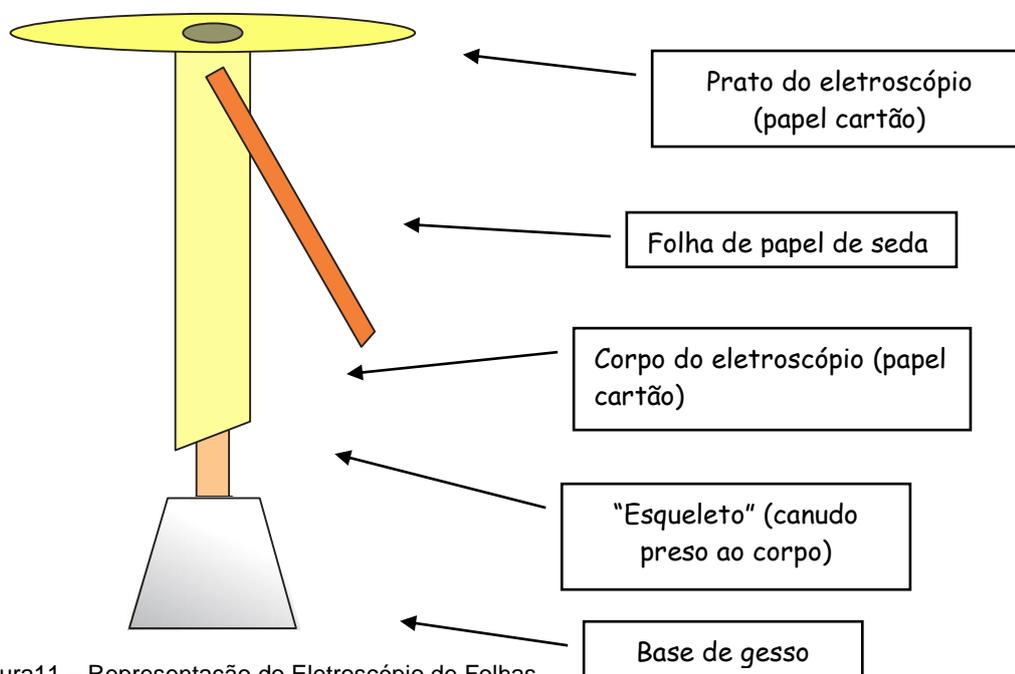


Figura11 – Representação do Eletroscópio de Folhas

d) Gaiola de Faraday

Utiliza-se a Gaiola de Faraday para estudar o comportamento de cargas elétricas no interior de condutores. Na configuração abaixo, a Gaiola funciona basicamente como um Eletroscópio. Quando se une as extremidades da folha de sulfite, formando um cilindro, obtemos a observação desejada.

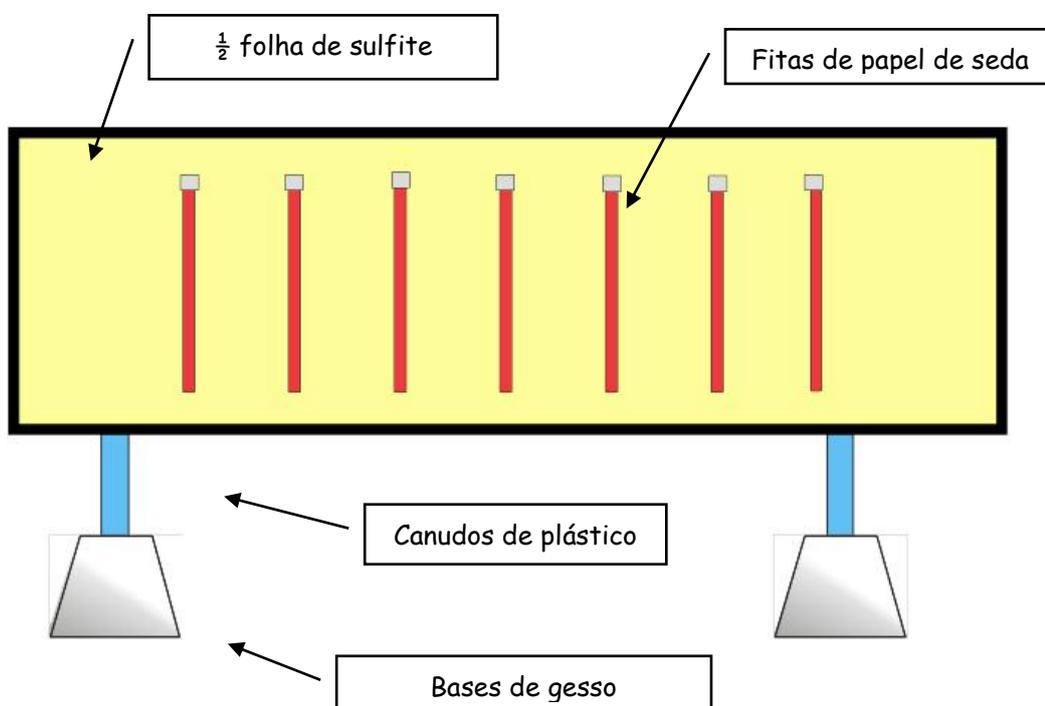


Figura 12 – Representação da Gaiola De Faraday

e) Vetor Eletrostático

O vetor eletrostático é um aparato simples. Utiliza-se este instrumento para verificar o efeito do poder das pontas, além de se possibilitar o estudo de campos elétricos, produzidos, por exemplo, por placa retangular condutora, eletricamente carregada.

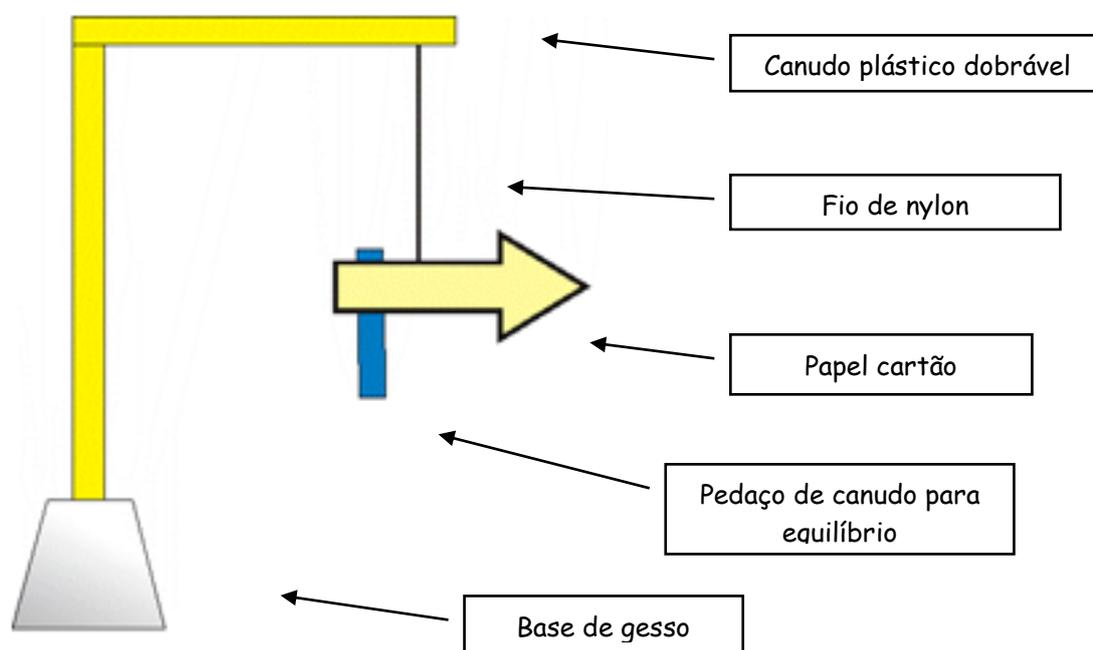


Figura 13 – Representação do Vetor Eletrostático

f) Igrejinha Eletrostática

A Igrejinha eletrostática é essencialmente um eletroscópio de folha. Vamos utilizar este instrumento para verificar o efeito do para-raios.

A igrejinha eletrostática tem como objetivo principal evidenciar a existência de cargas elétricas e suas propriedades de atração e repulsão através de um modelo de funcionamento de um para-raios e do poder das pontas. Apesar do objetivo principal citado acima, a igrejinha também pode nos mostrar diferentes tipos de eletrização (por contato e indução), e também nos ajuda a identificar tipos de materiais condutores e isolantes.

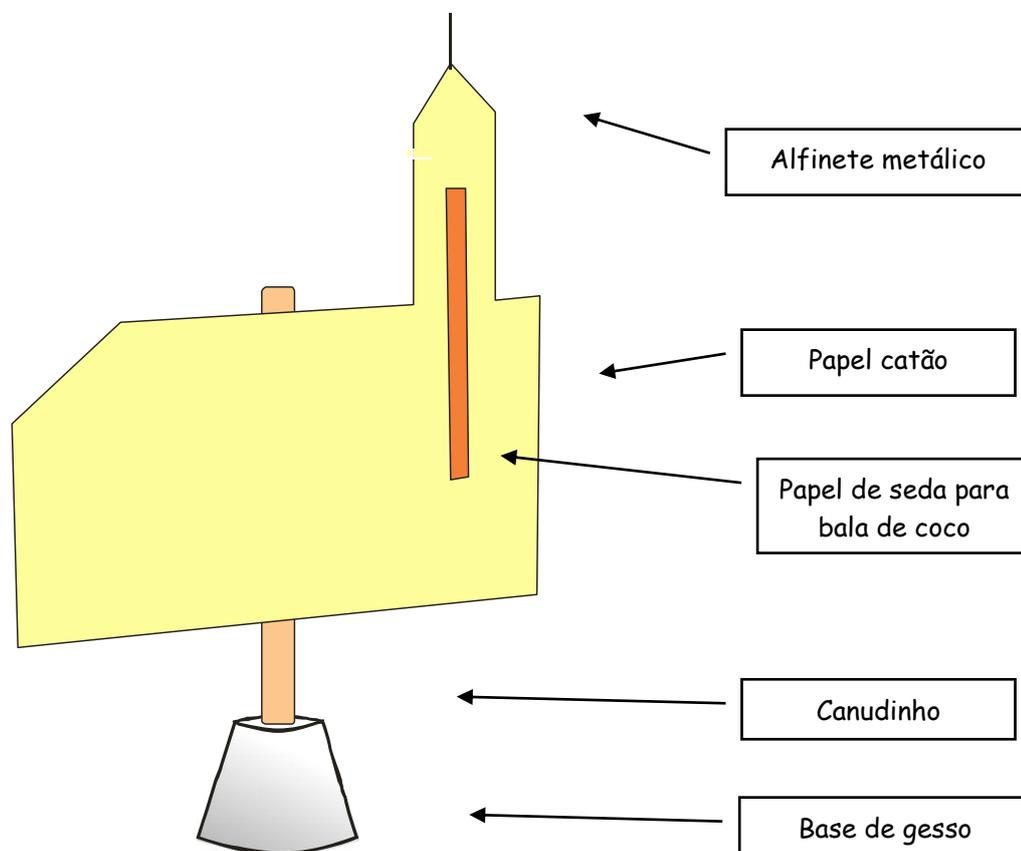


Figura 14 – Representação da Igrejinha Eletrostática

g) Capacitor

Utiliza-se o capacitor para estudar sobre o armazenamento de cargas elétricas. E a sua descarga.

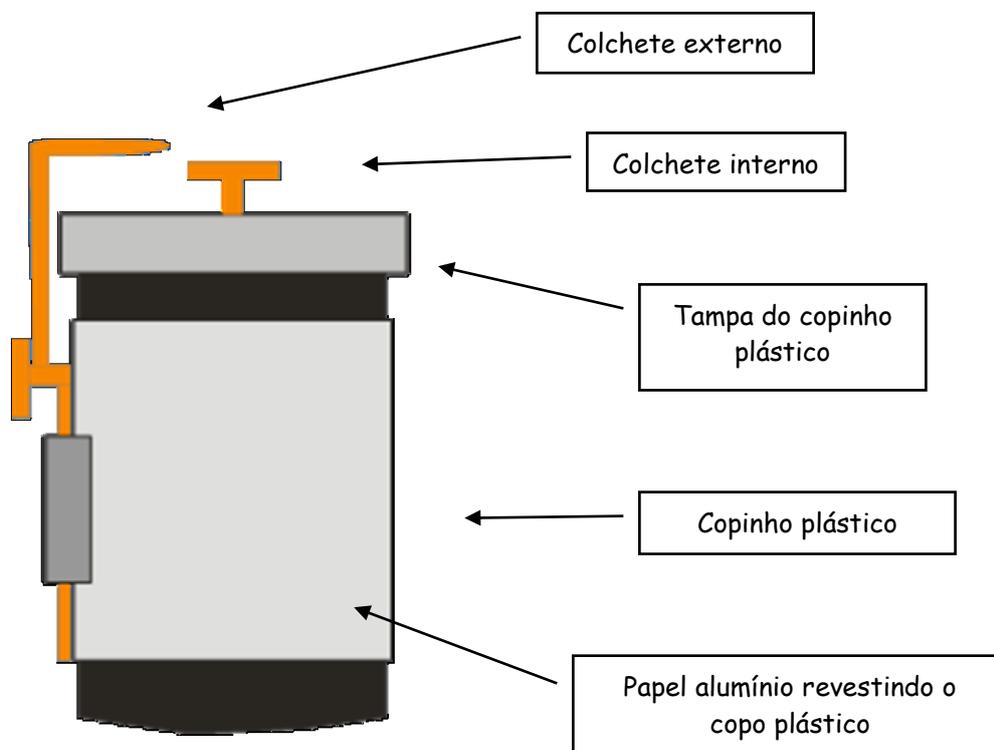


Figura 15 – Representação do Capacitor

h) Eletróforo de Pizza

O Eletróforo de Pizza é uma máquina eletrostática simples. Com ela é possível obter grande quantidade de cargas através de eletrização por indução.

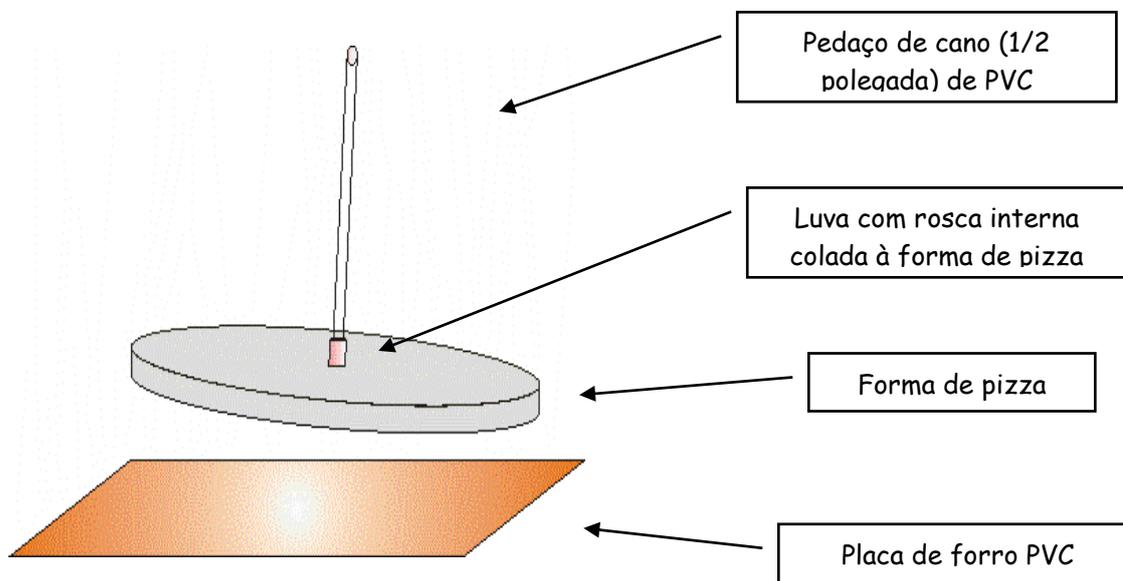


Figura 16 – Representação do Eletróforo de Pizza

II. Roteiro de uma aula aplicada

ATIVIDADE DE LABORATÓRIO – 3º ANO – 2011

Nome dos integrantes do grupo

--	--	--	--

Eletroscópio de Folha

Introdução

O eletroscópio é um aparelho que permite verificar se um corpo está ou não eletricamente carregado.

Você já estudou os processos de eletrização (páginas 271 e 274 em seu livro – releia o conteúdo se julgar necessário), portanto, nesta atividade iremos estudar o funcionamento do eletroscópio de folha e analisaremos as formas de eletrização.

Atividade 1: verificando corpos eletrizados e o funcionamento do eletroscópio.

- 1.1) Observe atentamente os materiais utilizados na construção do eletroscópio de folha.
- 1.2) Verifique o comportamento da fita do eletroscópio nas seguintes situações:
 - a) aproximando do prato do eletroscópio um canudinho sem ser eletrizado;
 - b) o mesmo procedimento, porém, utilizando agora um canudinho eletrizado.

Inicialmente, nas duas situações, o eletroscópio está descarregado. Portanto a distribuição de cargas no eletroscópio pode ser representada como na figura 1.

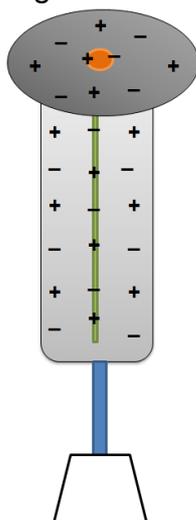


FIGURA 1

Quando o eletroscópio está descarregado as cargas distribuem-se uniformemente sobre toda a superfície do aparelho. Note que a quantidade de cargas positivas e negativas é igual. Portanto, a quantidade de eletricidade no aparelho é nula.

- 1.3) Considere – na situação b - que o canudinho que foi aproximado do prato do eletroscópio estava eletrizado negativamente. Represente (desenhe) na figura 2 a distribuição das cargas na superfície do aparelho de modo que esta representação justifique o afastamento da fita conforme foi observado nesta ocasião.

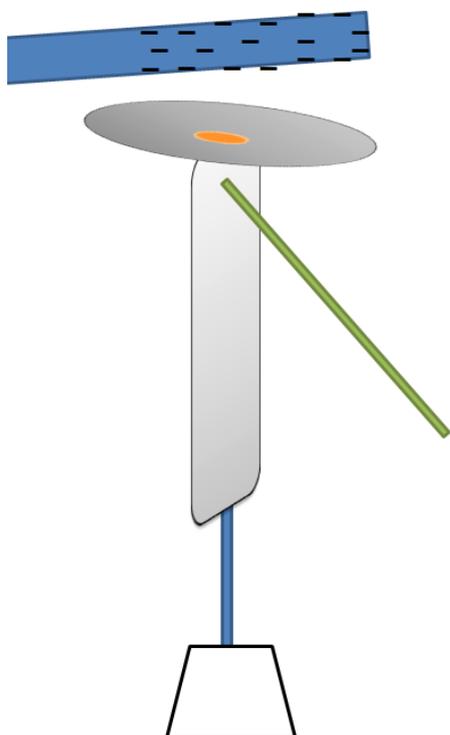


FIGURA 2

- 1.4) Explique com suas palavras o que ocorre com as cargas no aparelho quando o canudinho eletrizado permanece próximo ao prato do eletroscópio.

- 1.5) Justifique o item 1.4 com base no material com o qual o aparelho é constituído. (condutor ou isolante)

- 1.6) Ainda considerando a situação b, o eletroscópio fica eletrizado em algum momento? Justifique.

- 2.4) Com o aparelho carregado, que comportamento você espera da fita de seda ao aproximar o canudinho eletrizado do prato do eletroscópio – marque uma das opções abaixo? Verifique sua hipótese.

a) A fita se abre	b) A fita se fecha	c) Nada
-------------------	--------------------	---------

- 2.5) Ainda com o aparelho carregado, que comportamento você espera da fita de seda ao aproximar desta um canudinho descarregado? Verifique sua hipótese e tente explicar o que foi observado

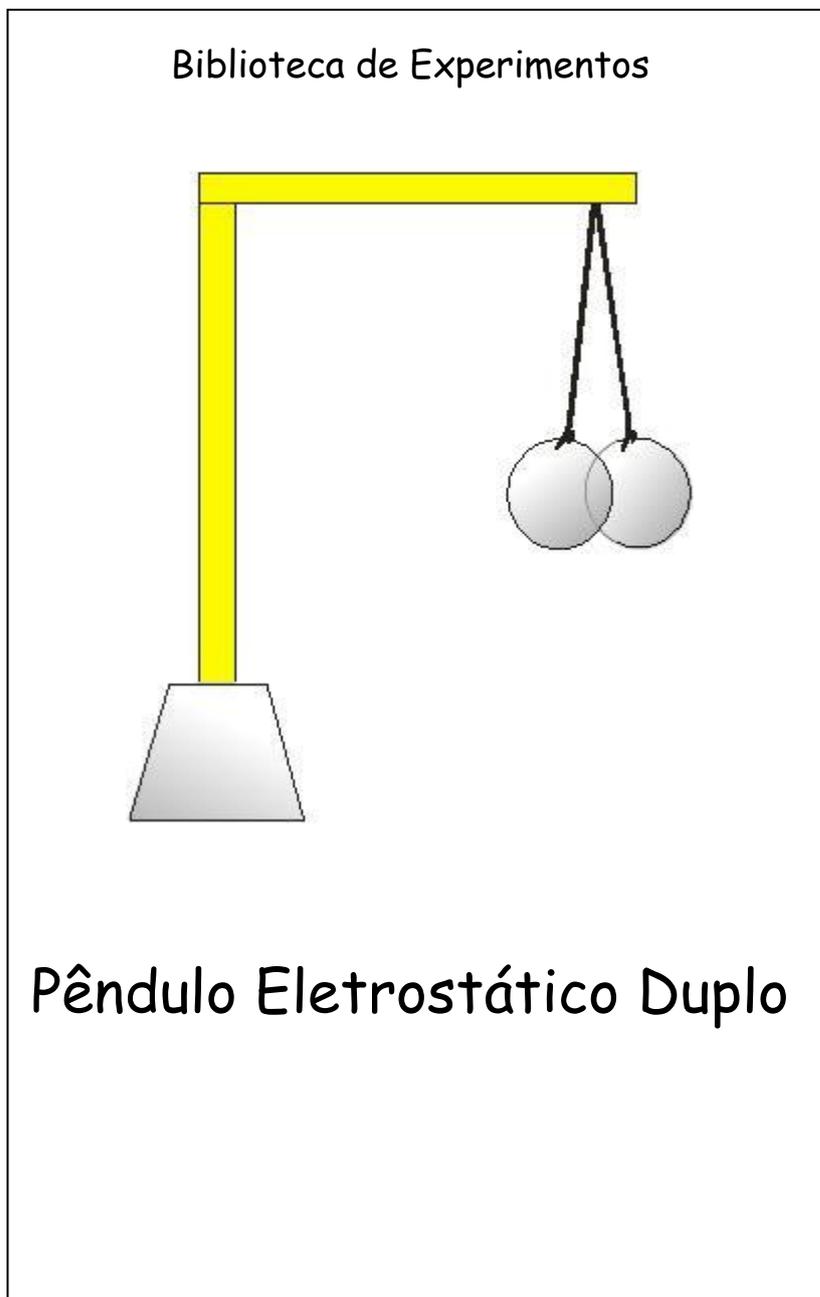
a) A fita se abre	b) A fita se fecha	c) Nada
-------------------	--------------------	---------

Atividade 3 : Desafio - carregando o eletroscópio por indução.

Com base nos seus conhecimentos adquiridos na aula anterior e/ou na leitura do texto apresentado no livro (pág. 274), carregue o eletroscópio de folha por meio de indução eletrostática. Explique passo-a-passo todo o procedimento. (se julgar necessário, releia o texto no livro)

III. Roteiro utilizado na Biblioteca de Experimentos

Roteiro utilizado nos kits experimentais da Biblioteca de Experimentos, adaptado à paginação deste trabalho. Originalmente apresenta-se em formato livreto.

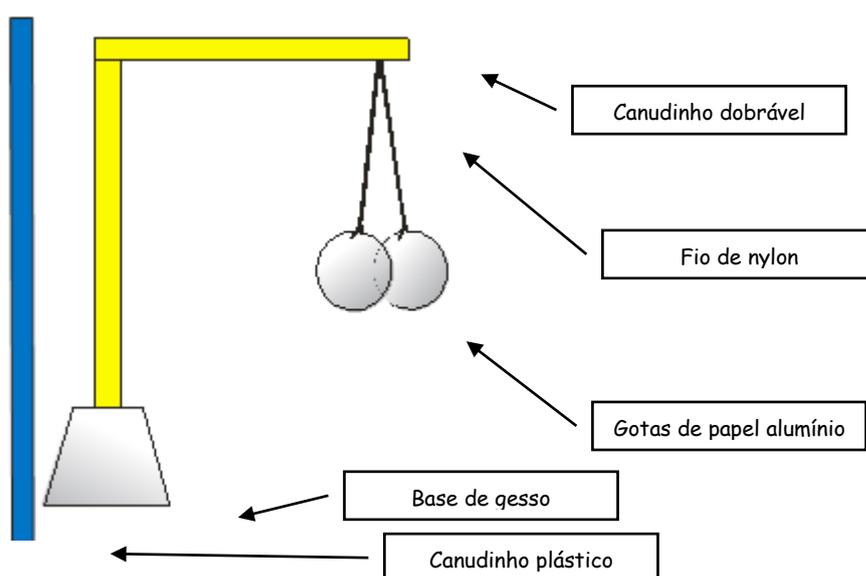


IMPORTANTE:

- O pêndulo eletrostático deve ser manipulado com cuidado para não amassar a folha de alumínio e não estourar o fio de nylon.
- Evite fazer este experimento em local úmido ou com corrente de ar forte.
- Depois de realizado o experimento, jogue fora os canudinhos e o papel higiênico e devolva apenas o pêndulo duplo e o manual para caixa.

Montagem:

Pegue o material e monte o pêndulo como a figura a seguir:



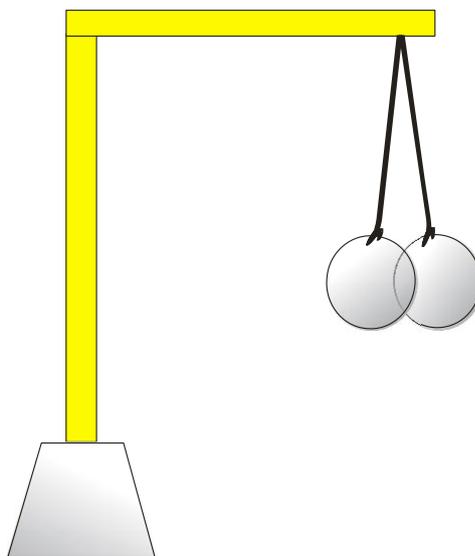
Você vai precisar também dos seguintes materiais:

- Canudinhos plásticos para refrescos (utilize canudinhos novos para não interferir nos resultados do experimento)
- Papel higiênico

Introdução:

O Pêndulo Eletrostático Duplo nos permite notar a existência de cargas elétricas, os diferentes tipos de eletrização, os fenômenos de atração e repulsão, além de definir materiais condutores e isolantes.

Vamos verificar como o pêndulo pode ficar carregado eletricamente.



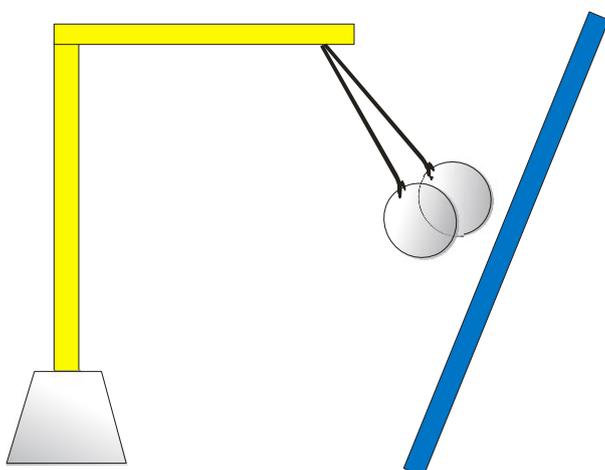
Passo 1. Eletrizando o Pêndulo Eletrostático Duplo
--

1.1. Aproxime o canudinho descarregado das gotas de alumínio. O que ocorreu?
Atração ou repulsão?

1.2. Agora com o canudinho eletrizado por atrito, o colocamos em contato as gotas de alumínio.

1.3. Ao encostar o canudo plástico eletrizado nas folhas de alumínio, o que podemos observar?

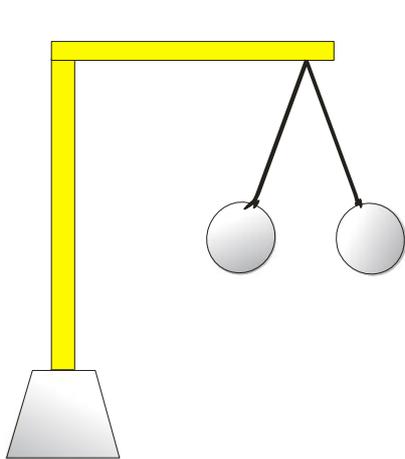
1.3.1. O que ocorre entre o canudinho eletrizado e as gotas de alumínio?
Atração ou repulsão?



1.3.2. E entre as gotas de alumínio? O que ocorre? Atração ou repulsão?

- 1.4. Após eletrizar as folhas, agora aproxime novamente o canudo eletrizado das folhas.
- 1.4.1. O que ocorreu com as folhas de alumínio: Atraíram-se ou repeliram-se?
- 1.4.2. Pelos seus estudos anteriores de eletrostática, o que levou a esse comportamento das folhas de alumínio?
- 1.5. As gotas de alumínio eletrizadas foram eletrizadas por atrito ou por contato?
- 1.5.1. É razoável dizer que elas possuem eletricidade de mesma origem?
- 1.5.2. Assim, podemos dizer que a eletricidade de mesma origem provoca atração ou repulsão elétrica?

Passo 2. Isolantes e Condutores Elétricos



Quando um corpo adquire carga elétrica e se mantém eletricamente carregado, geralmente ele é um **ISOLANTE** ou está **ISOLADO ELETRICAMENTE**.

Qualquer outro corpo que toque nele e consegue retirar sua carga elétrica por contato (ou seja, permite que a eletricidade “escape”) é chamado de **CONDUTOR ELÉTRICO**.

Isolante Elétrico:

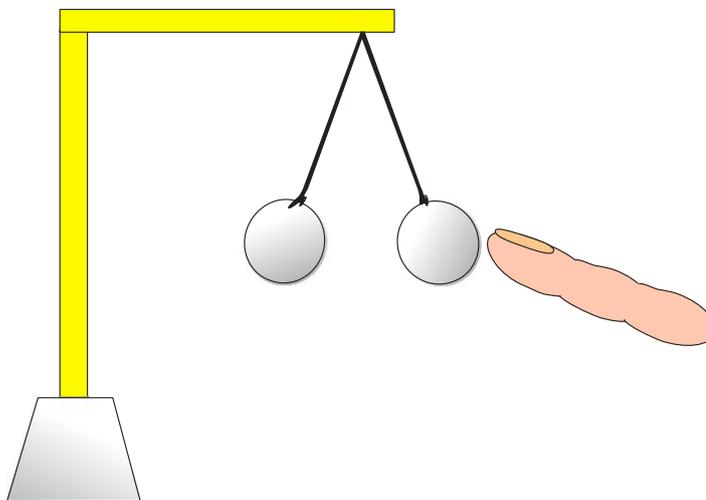
São materiais onde as cargas elétricas têm maior dificuldade para se movimentar. Assim, quando tocamos um corpo carregado com um isolante, o corpo permanece eletrizado.

Condutor Elétrico:

São materiais onde as cargas elétricas têm facilidade para se movimentar. Assim, quando tocamos um corpo carregado com um condutor, a eletricidade pode “passar” por ele e o corpo que estava inicialmente eletrizado se “descarrega”.

2.1. Eletrize o Pêndulo duplo por contato.

2.2. Nesta situação, toque as folhas com sua mão. Após o toque as gotas continuam separadas, se repelindo? Ou estão juntas?



2.3. Ao encostarmos nossos dedos nas folhas de alumínio subtende-se que eles agiram como condutor ou isolante elétrico?

2.4. Carregue novamente o Pêndulo Duplo por contato com o canudinho eletrizado. Agora toque o pêndulo duplo carregado com um canudinho eletricamente neutro (que não foi atritado).

O que ocorreu com o pêndulo duplo: permaneceu carregado ou descarregou?

2.4.1. Com base nesta observação você diria que o canudinho plástico é isolante ou condutor elétrico?

2.5. Vamos testar outros materiais.

Pegue dez materiais diferentes que possui a mão:

lápiz de madeira,

régua,

caneta,

papel,

papel higiênico

base de gesso

copinho de café plástico

etc.

Vamos testar quem é isolante e quem é condutor elétrico.

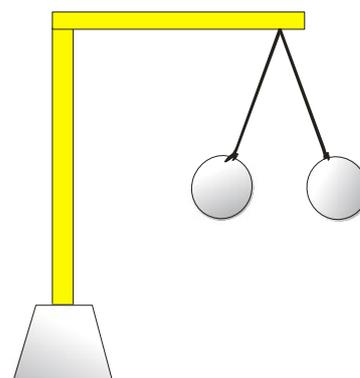
2.5.1. Primeiro pense antes de fazer o experimento:

qual deles você achar que é condutor e qual você acha que é isolante?

Por quê?

2.5.2. Agora teste com a ajuda do pêndulo eletrostático duplo.

2.5.3. Primeiro carregue o pêndulo por contato com o canudinho atritado e depois toque com o material nas folhas de Alumínio.



Se elas fecharem o material é CONDUTOR ELÉTRICO.
 Se elas permanecerem abertas ele é ISOLANTE ELÉTRICO.
 Você vai se surpreender com alguns materiais!

2.6. Analise o material que utilizamos em nosso equipamento experimental:

Canudinho,
 papel higiênico,
 folha de alumínio,
 fio de nylon.

Qual deles é isolante e qual deles é condutor elétrico?

2.7. Você conseguiria explicar por que o canudinho consegue grudar?

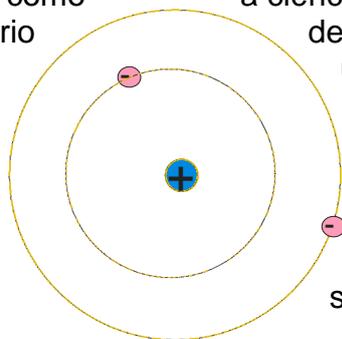
2.8. E por que o papel higiênico depois de atritado não fica?

Até o momento já trabalhamos com dois processos de eletrização: por atrito (como observado com o canudinho de refresco no passo 1) e por contato (como ocorre com o papel alumínio do Pêndulo Eletrostático).

Há ainda outro processo de eletrização (por indução) que observaremos em outros experimentos.

Você certamente já deve ter ouvido falar em átomo. A palavra átomo significa indivisível em grego, e segundo a noção moderna de química o átomo de um certo elemento químico é a menor partícula que ainda guarda todas as qualidades (característica) físico-químicas deste elemento.

O desenho a seguir ilustra como a ciência representava o átomo em 1910. Chama-se modelo planetário que o átomo seria como o núcleo (o “sol”) seria elétrico positiva e a partículas com carga



a ciência representava o átomo em 1910. de Rutherford-Bohr. Imaginava-se um minúsculo Sistema Solar, onde constituído partículas com carga elétrica negativa.

Hoje em dia chamamos elétricas de positivas ou foi desta forma. Antes do designação.

convencionalmente as cargas negativas. Mas isso nem sempre século XVIII não se usava esta

2.9. Tomando por base este modelo você conseguiria explicar por que, quando o canudo é atritado, ele gruda na parede, por exemplo?



Ramos, E. M. de F.; Sartorello, J. H. Roteiros da Biblioteca de Experimentos de Física: Pêndulo Eletrostático Duplo. Publicação Avulsa. Oficina de Aprendizagem e Ensino de Física: Rio Claro, SP, 26/09/2011, 8 p.