UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Graduação em Física

O USO DE EXPERIMENTOS DIDÁTICOS COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE FÍSICA NOS ANOS INICIAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Carla Signori Dal Ri

Prof. Dr. Eugenio Maria de França Ramos
(orientador)

Rio Claro (SP)

2012

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

Carla Signori Dal Ri

O USO DE EXPERIMENTOS DIDÁTICOS COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE FÍSICA NOS ANOS INICIAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

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.

Rio Claro - SP
2012

530.07 Ri, Carla Signori Dal
R481u O uso de experimentos didáticos como ferramenta para o ensino de física nos anos iniciais da educação básica / Carla Signori Dal Ri. - Rio Claro : [s.n.], 2012
63 f. : il., figs., quadros, fots.

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. Experimentos de baixo custo. 3. Eletrostática. 4. PIBID. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

Termo de Aprovação

Carla Signori Dal Ri

O USO DE EXPERIMENTOS DIDÁTICOS COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE FÍSICA NOS ANOS INICIAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

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 Licenciada em Física.

Comissão Examinadora

- Prof. Dr. Eugenio Maria de França Ramos (Orientador)
- Profa. Dra. Maria Antonia Ramos de Azevedo
- Profa. Dra. Bernadete Benetti

Rio Claro, 14 de novembro de 2012

Carla Signori Dal Ri

Eugenio Maria de França Ramos

AGRADECIMENTOS

É chegado o momento em que se encerra uma fase da vida na qual se trocaram experiências e conhecimentos ao longo de um caminho que nem sempre foi fácil de percorrer. É com um pensamento de primeira missão cumprida que venho agradecer àqueles que durante toda essa jornada foram importantes e significativos em minha formação.

Em primeiro lugar a Deus.

A minha mãe, Lucimara, que durante todos esses anos sempre teve uma palavra de incentivo para me dar nas horas mais difíceis e que nunca deixou que me faltasse a coragem que eu precisava para continuar.

Ao meu pai, Carlos Alberto, que contribuiu para que a distância de minha cidade natal não se tornasse um problema durante minha graduação.

Ao Professor Eugenio que durante quase três anos esteve sempre presente dando apoio, motivação, mostrando os caminhos e abrindo as oportunidades que tive para fazer de minha carreira uma realização profissional e de aprendizado.

A professora Maria Antônia e a professora Bernadete pelo apoio pedagógico.

Aos colegas do projeto PIBID, Ana Laura, Thaís, Taís, André, João Henrique e os demais.

Aos coordenadores e funcionários da Escola Municipal Marcelo Schmidt pela disponibilidade e compreensão.

Aos meus amigos, Michelle, Cristiane, Kauê, Guilherme, Tárcius, Fernanda, Arthur, Tamires e Paulo pelo apoio e incentivo.

Ao Patrison, com o qual pude dividir e compartilhar as aventuras dos últimos meses.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho às crianças que me mostraram como é prazeroso ser professora e principalmente, dedico ao Professor Eugenio Maria de França Ramos que foi o co-idealizador desse trabalho e que me mostrou todos os caminhos e possibilidades a serem seguidos quando parecia impossível seguir em frente.

“Ame seus alunos,
se não puder amá-los, respeite-os.
Se não puder respeitá-los, não seja um educador.”

Paulo R. Freire

RESUMO

Quando se trata de Ensino de Física nos anos iniciais do Ensino Fundamental, o primeiro questionamento é: mas existem possibilidades em ensinar conceitos de tamanha complexidade para crianças? Esse trabalho procurou analisar abordagens e estratégias para inserir a Física na Educação Básica. Para tal, foram utilizados materiais de baixo custo na experimentação , tomando como ponto de partida o trabalho de FERREIRA (1978) com instrumentação para o Ensino de Física, particularmente com a temática eletrostática. A realização desse estudo foi feita a partir da utilização de protótipos desenvolvidos com os materiais citados. Foram realizadas observações em sala de aula procurando, a partir dos registros de docência, analisar o comportamento das crianças e suas argumentações, possibilidades para o Ensino de Física nesta faixa etária bem como alguns indícios de seu desenvolvimento cognitivo. Nas atividades de ensino foram realizadas discussões com os estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental que envolviam aspectos conceituais e fenomenológicos, adequando-se tais conhecimentos ao nível do raciocínio lógico-matemático que ainda estava em desenvolvimento. O trabalho realizado mostra que é possível trabalhar conceitos físicos sobre eletrostática com crianças pertencentes à faixa etária de nove a dez anos. Com o apoio do grupo PIBID de Física da cidade de Rio Claro, pude realizar minhas observações e práticas na Escola Municipal Marcelo Schmidt, a qual se mostrou disponível e aberta à aceitação dessa proposta.

Palavras-chave: Experimentos de baixo custo. Ensino de Física. Ensino Fundamental. Eletrostática. PIBID

ABSTRACT

When it comes to teaching physics in the early years of elementary school, the first question is: but there are opportunities to teach concepts to children of such complexity? This study sought to examine approaches and strategies to enter the Basic Education in Physics. To this end, we used low cost materials testing, taking as its starting point the work of Ferreira (1978) instrumentation for Teaching Physics, particularly with the theme electrostatics. The present study was made from the use of prototypes developed with the materials cited. Observations were made in the classroom looking for, from the records of teaching, analyzing the behavior of children and their arguments, possibilities for Physics Teaching this age group as well as some evidence of their cognitive development. In teaching discussions were held with students of the early years of elementary school involving conceptual and phenomenological aspects, adapting such knowledge at the level of logical and mathematical thinking that was still under development. The work shows that it is possible to work on electrostatic physical concepts with children belonging to the age group of nine to ten years. With the support of the group Pibid Physics city of Rio Claro, I realize my observations and practices at the Municipal School Marcelo Schmidt, which proved to be available and open for acceptance of this proposal.

Keywords: Low Cost Experiments. Physics teaching. Elementary School. Electrostatic. PIBID

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 13

1.1. Aspectos estruturais e suas aplicações 14

1.2. O Início das Propostas de Trabalho 16

1.3. O uso da atividade experimental no Ensino de Ciências 19

1.3.1. Experiências de Cátedra **20**

1.3.2. O Laboratório Tradicional 21

1.3.3. O Laboratório Divergente 22

1.3.4. O Laboratório Aberto e o Laboratório de Projetos 22

1.3.5. O Laboratório à Disposição do Aluno 23

2. FOCOS DO TRABALHO 24

3. CONTEXTOS 26

3.1. A Questão do Baixo Custo 26

3.2. Protótipos utilizados 28

3.3. O trabalho na Escola 30

3.3.1. Demonstrações 37

3.3.2. O contato com os experimentos 37

3.3.3. Oficinas pedagógicas 38

4. OBSERVAÇÕES 40

4.1. Curiosidade e motivação 40

4.2. Aulas que se destacaram 41

4.2.1. Eletroscópio de Folha 41

4.2.2. Igrejinha eletrostática 43

4.2.3. Eletróforo 46

4.3. Experimentos e procedimentos didáticos 47

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 50

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 52

BIBLIOGRAFIA 53

6. ANEXO - DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS EXPERIMENTAIS 54

a) Canudo Eletrostático 54

b) Pêndulo Simples 55

c) Pêndulo Duplo 56

d) Eletroscópio de folhas 57

e) Gaiola de Faraday 58
f) Vetor Eletrostático 59
g) Igrejinha Eletrostática 60
h) Capacitor 61
i) Eletróforo de Pizza 62

Índice de Figuras

Figura 1 Mapa esquemático da cidade de Rio Claro (SP) indicando a localização aproximada das escolas parceiras do projeto: 17
Figura 2 Pêndulo Eletrostático Simples....29
Figura 3 Pêndulo Eletrostático Duplo....29
Figura 4 Vetor Eletrostático....29
Figura 5 Eletroscópio de Folha....29
Figura 6 Capacitor....29
Figura 7 Eletróforo....29
Figura 8 Igrejinha eletrostática....29
Figura 9 Gaiola de Faraday....29
Figura 10 Mapa da parte superior da Escola Marcelo Schmidt, A sala onde o trabalho foi desenvolvido está assinalada com uma estrela vermelha....31
Figura 11 Mapa indica a “geografia” da sala de aula....34
Figura 12 - Modelo proposto para montagem da Igrejinha Eletrostática....39
Figura 13 - Eletroscópio de Folhas....42
Figura 14 - Igrejinha Eletrostática....44
Figura 15 - Eletróforo de Pizza....46
Figura 16 - Esquema da eletrização por atrito com o canudo eletrostático....54
Figura 17 - Representação do pêndulo simples....55
Figura 18 - Representação do pêndulo duplo....56
Figura 19 - Representação do eletroscópio de folhas....57
Figura 20 - Representação da gaiola de Faraday....58
Figura 21 - representação do vetor eletrostático....59
Figura 22 - Representação da Igrejinha eletrostática....60
Figura 23 - Representação do Capacitor....61
Figura 24 – Eletróforo de Pizza....62

Índice de Fotografias

Foto 1 Numa das melhores escolas visitadas encontramos o laboratório didático ocupado com livros didáticos, no início de 2012. 15

Foto 2 Fachada da Escola Municipal Marcelo Schmidt 18

Foto 3 Encontramos alguns materiais de Ensino de Ciências no armário da sala da Coordenação Pedagógica da Escola, como uma luneta ao lado do Globo Terrestre. 18

Foto 4 Protótipo Eletroscópio de Folhas 19

Foto 5 Imagem da sala de aula número 3 31

Foto 6 Imagem do corredor de localização da sala de aula número 3 32

1. INTRODUÇÃO

Como aluna de licenciatura de Física é possível contar com disciplinas que oferecem o primeiro contato do graduando com o ambiente escolar, disciplinas estas chamadas de Prática de Ensino. Mas quando se diz Prática de Ensino, estamos querendo mostrar que ensinar é um oficio que exige a ligação direta da teoria (nesse caso, da Física e da Pedagogia) e da prática.

Não é viável que um professor inicie sua carreira apenas baseando-se em conceitos que estudou, pois tal embasamento teórico pode ser insuficiente para "modelar" a riqueza da atividade docente. Por outro lado, a prática por si só, não pode satisfazer o pleno exercício da docência, pois faltaria ao professor subsídios ao tomar certas atitudes ao decorrer do exercício da profissão.

Só é possível perceber o quanto uma atividade complementa a outra, quando se está cursando as disciplinas de Prática de Ensino que proporcionam o estágio nas escolas de Educação Básica. Nesse caso, o graduando se depara com situações em que aquilo que ele aprendeu teoricamente não se aplica com a mesma simplicidade na prática, ou até mesmo que determinado caso teórico não aparece em sua atividade prática.

A docência é mais do que isso. Ela requer uma coletânea de saberes que o aluno da licenciatura – futuro professor de Física – precisa dominar para iniciar sua vida profissional. Mas tais saberes são um repositório, que o docente precisa lançar mão para agir na dinâmica da ação docente, como salienta Benetti:

> Na ação docente, o professor não é mero aplicador de saberes. Por isso não basta ao futuro professor ser informado sobre tais saberes, pois a sua posse não garante um ensino eficaz. Assim a formação não pode ser reduzida a uma justaposição de saberes, mas, além de seu domínio, deve trazer o futuro professor para a dinâmica de sua utilização. (BENETTI, 2004 p. 39)

É preciso que haja uma relação mútua que proporcione efetivamente a ligação entre a pratica educacional e suas teorias, pois é dessa relação que depende a formação do futuro docente. Nossa preparação está além de saber Física ou saber as teorias educacionais. Precisamos saber ambos mas também saber usá-los com discernimento. A escolha por apenas uma das proposições, pode acarretar em graves falhas e lacunas na prática docente.

Com as disciplinas de Prática de Ensino pudemos ter contato com os anos iniciais e com o segundo ciclo do Ensino Fundamental e também com o Ensino Médio. As atividades de estágio proporcionam um estudo mais profundo da complexidade da atividade docente, aproximando-nos do fazer docente e permitindo que o graduando tenha senso crítico e saiba perceber as situações com que irá trabalhar.

Vale ressaltar que com essa forma de estágio supervisionado os alunos tem contato direto com as várias disciplinas oferecidas pela proposta da Educação Básica e com diferentes professores, na atividade de observação, apesar de ser um curso de Física.

Feita essa primeira aproximação do ambiente e da rotina escolar, visto agora a partir do aprendizado para a docência, passamos a estudar as aulas de Ciências no Ensino Fundamental, durante o trabalho na Escola de Ensino Fundamental, e, posteriormente na Escola de Ensino Médio, as aulas de Física.

1.1. Aspectos estruturais e suas aplicações

Ao acompanhar atividades didáticas em escolas diversas, pode-se constatar, numa breve análise que se pode fazer quanto ao ensino de Ciências no geral, a ausência do uso da atividade experimental, seja laboratorial, seja em sala de aula como estratégia de Ensino de Física. As aulas são ministradas no puro tradicionalismo, onde o professor utiliza os recursos mais básicos oferecidos por uma escola (lousa e giz) e sua preleção. Em tal contexto observam-se alunos organizados em fileiras, atentos (ou não) e a velha prática da cópia em seus cadernos.

O que parece fazer que isso aconteça é a falta de motivação que deveria ser provocada pelo professor, ao utilizar do estudo da Física para mostrar para seus alunos as inúmeras relações com o cotidiano que essa ciência possui.

Neste sentido o professor ocupa papel central e decisivo nas decisões metodológicas que seriam envolvidas durante o desenvolvimento das aulas.

É notável a falta de motivação do próprio professor para tanto, que muitas vezes atribui seu “comodismo” e “falta de atitude” à má remuneração e condições de trabalho não favoráveis. Já em 1988 Robilota analisava tal situação:

> 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. (ROBILOTTA, 1988 p.7)

Como licenciandos do curso superior de Licenciatura em Física, esperávamos que num primeiro contato com a escola, ao ser apresentada toda a estrutura física do local, encontrássemos um lugar especialmente destinado às atividades práticas, ou seja, que existisse um laboratório de Ciências ou de Física. Porém o que pudemos encontrar foram salas “reaproveitadas” como depósitos ou “guarda-volumes” da escola, como podemos ver na Foto 1.



Foto 1 - Numa das melhores escolas visitadas encontramos o laboratório didático ocupado com livros didáticos, no início de 2012.

Atribui-se a isso a grande demanda de vagas para alunos com o passar dos anos ou a falta de espaço físico oferecido pela escola que acaba utilizando esses “laboratórios” como salas de apoio.

Porém, apesar da pouca utilização de atividades didáticas no Ensino de Física observada, a atividade experimental parece ser um recurso pedagógico que apresenta uma grande aceitação por parte dos professores.

Pensando agora na atividade experimental realizadas com alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental, é possível perceber que são praticamente

inexistentes nas atividades educacionais normais. A estrutura existente na escola, que poderia ser destinada a esse fim, não era utilizada para atividades experimentais, mas sim para armazenar materias didáticos e brinquedos.

O espaço utilizado na escola para toda a realização de meu trabalho foi a sala de aula e um pequeno espaço no armário na sala que seria o laboratório (sem especificidade), fato que não me causou nenhum incomodo ou empecilho ao concretizar as atividades propostas por esse trabalho.

Embasado nos princípios e nas ideias de Ferreira (1978), que discute as atividades laboratoriais e suas especificações, além de propor a construção de materias de experimentação confeccionados com materiais de baixo custo, e tomando como referência trabalhos no âmbito pedagógico, esse trabalho irá mostrar como é possível trabalhar com experimentação com crianças do Ensino Fundamental.

1.2. O Início das Propostas de Trabalho

No ano de 2008 surge o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Fomentado pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Tal programa visa, baseado na parceria das universidades públicas com escolas da rede pública de Educação Básica (rede municipal e estadual de ensino), oferecer condições de formação para futuros professores, que podem estar associadas a melhorias no ensino das escolas públicas.

O programa proporciona ao licenciando a antecipação do primeiro contato com a escola, desse modo, inserindo o estudante no âmbito escolar antes mesmo das atividades de estágio curricular obrigatório.

Em nosso grupo PIBID[1], O que se espera é que novas possibilidades de ensino, não tradicional, surja durante a realização de intervenções feita pelos bolsistas do projeto nas escolas parceiras (Figura 1), objetivando uma formação diferenciada, crítica e geradora de competências e habilidades do licenciando quanto a prática docente.

[1] Subprojeto “PARCERIA UNESP E ESCOLAS DE ENSINO BÁSICO: ARTICULANDO A FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA NAS CIÊNCIAS DA NATUREZA, BIOLOGIA, FÍSICA E EDUCAÇÃO FÍSICA”.



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 de 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental e [3] Escola Estadual de 1º ao 3º ano do Ensino Médio (fonte: REISS, M. e RAMOS, E. M. de F.)

Esse trabalho foi realizado sob vigência do edital de 2009 do PIBID que ocorre em parceria com o Departamento de Educação, pertencente ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (UNESP) na cidade de Rio Claro, interior de São Paulo. Para a realização das atividades, pudemos contar com a parceria de três escolas da Rede Pública de Ensino, sendo uma municipal (Foto 2), uma estadual e o Centro Paula Souza.

Para o desenvolvimento deste trabalho pudemos contar principalmente com a Escola Municipal Marcelo Schmidt, situada no centro da cidade (Foto 2).

Essa Escola Municipal atende os alunos de 1° ao 5° ano do ensino fundamental, durante os períodos da manhã e da tarde, e também oferece Educação de Jovens e Adultos (EJA) no período noturno.

Não foi encontrada uma sala destinada a atividade experimental, pois a que se intitulava laboratório estava ocupada com objetos da escola, como mostra a foto 3.



Foto 2 - Fachada da Escola Municipal Marcelo Schmidt

Alguns materiais didáticos, inclusive uma luneta, estão guardados no espaço da sala de Coordenação Pedagógica da escola



Foto 3 - Encontramos alguns materiais de Ensino de Ciências no armário da sala da Coordenação Pedagógica da Escola, como uma luneta ao lado do Globo Terrestre.

1.3. O uso da atividade experimental no Ensino de Ciências

A ideia de levar o Ensino de Física para uma sala de aula composta por crianças nos remeteu a estudos que nos proporcionasse um desenho geral de uma metodologia de trabalho com conceitos físicos capazes de aproximar os alunos das Ciências e incentivá-los a aprender. Optamos pelo uso da experimentação, não em laboratório mas em sala de aula, com a utilização de protótipos construídos com material de baixo custo. Um de nossos protótipos pode ser visualizado na Foto 4.

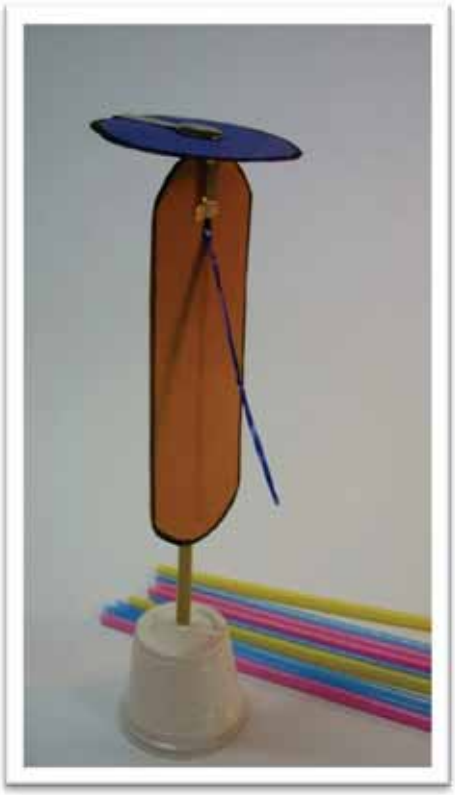


Foto 4 - Protótipo Eletroscópio de Folhas

Quando consideramos a atividade experimental como estratégia de Ensino de Física, pensamos em introduzir além da discussão de conceitos a possibilidade de proporcionar o desenvolvimento de algumas habilidades dos alunos, como a manipulação de um protótipo experimental, a geração da hipótese como prévia do conceito, o desenvolvimento do pensamento crítico e da análise cognitiva, compreensão da natureza da ciência e a geração de atitudes como curiosidade, interesse e colaboração. (BLOSSER, 1988).

É preciso destacar, como analisa Andrade, que a atividade laboratorial não garante que o aluno irá aprender ciências apenas com a manipulação de um protótipo experimental, mas que a experimentação é uma ferramenta à disposição

do professor que deve ser utilizada para que exista uma busca ao conhecimento físico em torno do objeto estudado. (ANDRADE, 2011).

Desse modo, para que fosse possível propor uma atividade experimental que seria levada para dentro da sala de aula, tomamos como base os trabalhos de Ferreira (1978) que discute uma proposta para o ensino experimental para a escola brasileira. Em tal obra, Ferreira analisa alguns tipos de laboratórios suas abordagens e suas implicações no ensino que serão mostrados a seguir com o intuito de fazer uma futura análise de quais proposições laboratoriais foram utilizadas nas atividades propostas.

1.3.1. Experiências de Cátedra

Diz-se *experiência de cátedra* àquela que concentra o experimento na mão do professor, cuja função é montar e utilizar a atividade prática em questão. Dessa forma o experimento torna-se uma motivação ou provocação para as dúvidas dos alunos, que apesar de não manusearem o experimento, podem interagir com o professor. Dependendo de como o professor conduzir, a demonstração pode gerar a discussão em torno do experimento apresentado, mesmo se o objetivo for uma análise teórica ou do fenômeno. Segundo Arrigone e Mutti:

> A função básica dessas atividades é ilustrar tópicos trabalhados em sala de aula. Além disso, servem para complementar conteúdos tratados em aulas teóricas, facilitar a compreensão, tornar o conteúdo agradável e interessante, auxiliar o aluno a desenvolver habilidades de observação e reflexão e apresentar fenômenos físicos. (ARRIGONE e MUTTI, 2010, p. 63)

Ao trabalhar com o uso das experiências de cátedra, podemos incentivar o desenvolvimento do raciocínio lógico da criança através da observação.

No caso, acreditamos ser viável trabalhar com esse tipo de experimentação, por se tratar de uma demonstração rápida e dinâmica, que não exige muito tempo na montagem e preparo do protótipo, desse modo, evitando o desvio de atenção dos alunos e dispersão dos mesmos em sala de aula.

O fato de o aluno, num primeiro momento apenas ter contato visual com o experimento, pode em alguns casos estimulá-lo a desenvolver o seu próprio protótipo[2].

Porém, apesar de todas as possibilidades de realizar um trabalho desse tipo, é preciso cuidar para que a demonstração não fique banalizada e perca o foco de ensino, pois segundo Ferreira:

> ...as experiências realizadas pelo professor são mais motivadoras para aqueles que a executam, do que para aqueles que observam. Muitas vezes o professor ao se deparar com um conteúdo teoricamente maçante ou de difícil entendimento busca numa experiência de cátedra a solução para seus problemas de ensino... (FERREIRA, 1978 p.14)

1.3.2. O Laboratório Tradicional

A proposta do laboratório tradicional diz respeito ao uso de uma sala especial – o laboratório didático – e além disso um roteiro de trabalho para os alunos. Com base nessa rotina pré-estabelecida pelo professor o aluno deverá se apoiar para desenvolver sua atividade. Nesse caso o docente será além de professor, um orientador.

No laboratório tradicional a abordagem possui um cunho paternalista, onde o estudante muito pouco decide sobre aquilo que irá experimentar e apenas segue o roteiro que lhe é passado.

Vale ressaltar que o experimento visa mais que o conteúdo, trazendo ao aluno a prática de medições, a comprovação ou verificação de leis. Muitas vezes considera-se que tal prática pode dar um embasamento para o estudo teórico e inserir a prática de um "método científico" na abordagem de problemas experimentais.

Ferreira é bastante crítico sobre o laboratório tradicional. Discute que esse método pode ser encarado como uma possibilidade de interação entre aluno, professor e instrumentos, porém, o foco na aprendizagem instrumental pode por algumas vezes desconsiderar o real motivo pelo qual se está experimentando, levando o aluno à uma atividade mecânica e compulsória, abduzindo a necessidade de raciocínio lógico.

---

[2] Neste sentido pode estimular o estudante a colocar em prática sua capacidade de criação, realizando adaptações que achar necessárias, podendo até mesmo realizar testes com novos materiais e métodos de montagem.

Por outro lado o aproveitamento de tal atividade pode ser positivo em aspectos como a motivação do aluno em aprender física e buscar novos conhecimentos.

1.3.3. O Laboratório Divergente

No laboratório divergente as decisões do aluno serão valorizadas. Esse tipo de laboratório será um intermediário entre o laboratório tradicional e o laboratório de projetos. O aluno deverá seguir num primeiro momento a abordagem tradicional. Passado esse estágio, poderá escolher uma área para pesquisar, o que cria um pouco mais de autonomia para o aluno e oferece um caráter menos paternalista por parte do professor.

Nesse caso, os procedimentos de verificação de leis não irão existir, porém será priorizado o contato com a instrumentação e a inserção do aluno no estudo do método. Em essência, continua presente a abordagem feita apoiada no laboratório do tipo divergente.

Esse procedimento didático valoriza as ideias dos alunos e permite que eles participem da prática experimental diretamente, podendo opinar e decidir sobre aquilo que deve ou quer experimentar. No entanto é preciso ter uma certa cautela para que o aluno não se sinta tão livre a ponto de tornar sua escolha fantasiosa. É nesse ponto que o professor atua na orientação.

1.3.4. O Laboratório Aberto e o Laboratório de Projetos

O laboratório aberto é flexível com horários e possibilidades de trabalho. O aluno tem mais autonomia para dar seguimento à experiência, porém é ordenado do mesmo modo que o laboratório tradicional.

No laboratório de projetos o aluno escolhe os objetivos que muitas vezes estão implícitos, e a discussão dos conceitos é feita com o professor, após a análise do experimento e consulta a outras fontes, ou seja, o trabalho está mais concentrado no aluno do que no professor.

Ferreira alerta que apesar de parecer um trabalho mais flexível, vale ressaltar que num curso como o de Física, esse laboratório pode acarretar problemas. A questão do tempo para um estudante de Física é escasso, a orientação deve existir, pois em alguns casos o aluno irá precisar de embasamento teórico para realizar o

trabalho. O ideal seria que o aluno já tivesse tido contato com o laboratório divergente, para nortear esse tipo de trabalho.

O papel do professor, que será também um orientador, é dar dicas aos alunos quanto às escolhas dos experimentos, cuidando inclusive de sugerir alguns aos alunos que ainda não se decidiram quanto ao projeto.

1.3.5. O Laboratório à Disposição do Aluno

Esse laboratório tem como objetivo a verificação de leis e apoio ao curso teórico. Porém nesse momento os experimentos ficam a disposição do aluno inclusive nas horas extraclasse. É aí que podemos falar da biblioteca de experimentos.

Por isso, os experimentos que ficam à disposição do aluno devem ser autoexplicativos contendo um roteiro de uso e algumas implicações teóricas para que o aluno possa se nortear e trabalhar com o protótipo sozinho. Nesse caso, o papel do professor é mostrar o caminho e estar preparado para tirar possíveis dúvidas.

Uma biblioteca de experimentos poderia ter outras implicações didáticas. Um acervo disponível pode ser utilizado como suporte a ação do professor (como experiências de cátedra) ou pelos alunos para esclarecimentos (ou geração) de dúvidas relacionadas à aula. O material deve ser barato para que haja possibilidade de reposição e facilidade de manuseio, porém o uso incorreto pode acarretar numa conclusão errônea do conceito abordado, e o aluno carregaria esse erro para as fases seguintes de sua formação acadêmica.

2. FOCOS DO TRABALHO

O foco desse trabalho é o estudo sobre a possibilidade de introdução do Ensino de Física, nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Para tanto, tomamos como tema a *eletrostática*, partindo da prática docente com atividades didáticas experimentais, no âmbito do projeto PIBID.

Estudamos para isso o registro e o relato das atividades didáticas, feitos com base no acompanhamento e análise das diversas reações das crianças, quando colocadas em contato com material experimental e quando provocadas com situações problemas.

Objetivou-se, dessa forma, uma pesquisa com análise de caráter qualitativa e exploratória, caracterizada pelo esclarecimento de ideias com o objetivo de oferecer um primeiro contato com um tema que é pouco explorado, preocupando-se com a compreensão e a interpretação do fenômeno. (GONÇALVES, 2007).

Diante deste objetivo estabelecido foram propostas formas de trabalho a serem realizadas com as crianças. Pretendemos realizar abordagens que caracterizassem o uso da experimentação em sala de aula, valorizando as observações qualitativas dos materiais experimentais, de modo a motivar as crianças a saberem como de fato, tal fenômeno ocorria.

Num primeiro momento, utilizamos os protótipos didáticos como experiências de cátedra, procurando realizar tal demonstração direcionando a aula de modo a instigar a curiosidade epistemológica dos estudantes (FREIRE, 1996) e as possíveis relações dos experimentos com a vida dos alunos.

Mas o trabalho não se restringiu aos experimentos de cátedra. Num passo seguinte buscamos proporcionar o contato direto das crianças com os protótipos utilizados para a experimentação, características que se aproximou do uso do laboratório divergente e no laboratório de projetos.

Nesse momento, estivemos atentos para uma observação crítica e detalhada quanto às reações das crianças ao manusear os experimentos.

A última pretensão seria realizar uma oficina pedagógica em que cada criança pudesse construir seu próprio protótipo, por meio de uma orientação e estudo dirigido cabendo à professora estagiária a responsabilidade por organizar a atividade e os materiais.

Tais diferentes estratégias podem, em nosso entendimento, permitir ao professor um trabalho diferenciado e motivador. Por exemplo, quando um experimento é mostrado para o aluno, o professor pode direcionar sua aula incentivando o aluno a dialogar/raciocinar junto aos seus colegas, desse modo incentivando a construção nos aprendizes da capacidade de formação de opinião e de senso crítico.

Por outro lado, quando o experimento é manuseado pelo aluno, pode-se trabalhar a questão da coordenação motora e reflexão a partir do uso dos sentidos. Ao construir seu próprio experimento o professor pode direcionar a atividade para possibilitar à criança uma atividade que ao mesmo tempo é lúdica, realiza o exercício do raciocínio lógico e estimula o uso da criatividade do aluno.

Procuramos com tais atividades verificar se todas as propostas condizem com uma abordagem não usual no Ensino de Ciências nos anos iniciais do ensino fundamental, inserindo o Ensino de Física nesta faixa etária de desenvolvimento cognitivo.

3. CONTEXTOS

Nesse capítulo iremos tratar das formas que escolhemos para realizar esse trabalho, mostrando as características e métodos, no âmbito de uma pesquisa que teve um caráter exclusivamente exploratório e qualitativo

Para isso iniciaremos nosso relato discutindo as questões fundamentais envolvidas no trabalho com experimentos confeccionados com materiais de baixo custo e suas implicações.

3.1. A Questão do Baixo Custo

Pudemos observar na aproximação com as atividades escolares por meio do PIBID ou com o estágio supervisionado de Prática de Ensino, a atividade laboratorial, tanto em sala de aula, como fora dela, é praticamente inexistente. Uma das justificativas para que isso aconteça é a falta de materiais Entretanto em algumas das escolas visitadas foi possível encontrar vidrarias, materiais químicos, partes de experimentos estocados em algum lugar que não tem importância, materiais esses que nunca ou raramente foram usados. No âmbito deste trabalho não pretendemos aprofundar essa discussão.

Pensando nisso, como desejávamos implementar procedimentos didáticos que utilizam experimentos, optamos pela utilização de materiais didáticos experimentais que são construídos com materiais de fácil acesso e baixo custo, tal como sugerido por Ferreira (1978). Com tal opção poderíamos garantir duas condições: (a) haveria material para todos os alunos e (b) poderíamos avaliar a possibilidade da experimentação em sala de aula, ou seja, sem precisar de um laboratório próprio para isso.

Outra vantagem é o armazenamento de tais experimentos. Um experimento feito com materiais sofisticados e caros, muitas vezes requer um cuidado extremo quanto a seu armazenamento ou sua manutenção. Geralmente sua reposição é cara e o acesso a este tipo de equipamento é naturalmente dificultada pelos responsáveis. Dessa forma, materiais caros comprometem a atividade experimental acessível ao estudante, chegando inclusive a não haver a possibilidade de contato

direto do aluno com o experimento, pois existe o risco de quebra, como salientado por Ramos:

> 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. 148)

Porém, quando pensamos em materiais de baixo custo, devemos cuidar para que não haja um equivoco ao se imaginar que tais materiais não envolvem custo qualquer (por serem baratos). Isso porque, se pensado em larga escala, mesmo um protótipo que possui um valor baixo, multiplicado por todos os alunos de uma escola, acaba saindo caro. Ou seja, a utilização de material de baixo custo não trata da eliminação dos custos financeiros. A principal vantagem do material de baixo custo é a facilidade de construção e de reposição. De certa maneira as vantagens vão além: proporcionar ao estudante um estímulo à ousadia, pois o mesmo se sentirá a vontade para alterá-lo e modificá-lo como queira, a fim de verificar novos meios de explorar o experimento.

Notamos em nossas atividades um outro aspecto, além dos apontados por Ferreira e Ramos. Lidamos em nossos experimentos com cartolinas, papel de bala, canudos de refresco, papel higiênico e outros materiais de fácil acesso. Para uma criança é importante poder trabalhar com materiais que são facilmente encontrados no cotidiano delas, para que ela possa perceber que objetos tão comuns e corriqueiros podem se transformar num protótipo experimental que poderá auxiliá-la no aprendizado de determinado assunto, no nosso caso, a eletrostática.

Imaginemos qual será a reação de uma criança ao perceber que ao "esfregar" um pedaço de papel no canudo de refresco, ele irá "colar" em alguma superfície. Para um aluno de Ensino Fundamental, isso será um fenômeno gerador de dúvidas, o que cria a motivação que precisamos para iniciar nossas atividades.

Além disso, nos atentamos para a utilização de tais materiais com propriedades físicas adequadas para a experimentação relacionada com a eletrostática, características como alta ou baixa resistência elétrica, fácil capacidade de eletrização, resistência ao manuseio.

3.2. Protótipos utilizados

A escolha dos protótipos que foram utilizados decorreu de discussões realizadas nas primeiras reuniões do projeto PIBID, em 2010, em que analisávamos as proposições do uso da experimentação em sala de aula. Durante nossos estudos apoiados em fundamentações teóricas sobre o trabalho experimental, decidimos nos apoiar nos trabalhos de Ferreira (1978), o qual nos proporcionou embasamento para lidar com as questões do uso de laboratório.

Foi também pelo estudo da obra de Ferreira – *Proposta de laboratório para a escola brasileira* – um ensaio sobre a instrumentalização no ensino médio de física – que decidimos pelo uso do material de eletrostática, considerando a facilidade de construção e a possibilidade de possuir apoio teórico num primeiro momento.

Quanto ao tema escolhido – a eletrostática – podemos dizer que é um fenômeno que possui grande caráter atrativo entre os estudantes, por conter fenômenos visuais interessantes e por estar tão presente na vida das pessoas. Como o trabalho seria desenvolvido com crianças, nada mais apropriado do que trabalhar com um tema que faria com que elas manifestassem o interesse em saber como as coisas que elas estavam tão habituadas a usar e a observar, funcionavam sob o ponto de vista da Física.

Nessa oportunidade escolhemos os protótipos que utilizaríamos ao longo de nossa experiência na Escola Municipal Marcelo Schmidt, quais sejam:

- Canudinho Eletrostático
- Pêndulo Simples (Figura 2)
- Pêndulo Duplo (Figura 3)
- Vetor Eletrostático (Figura 4)
- Eletroscópio de Folhas (Figura 5)
- Capacitor (Figura 6)
- Eletróforo de Pizza (Figura 7)
- Igrejinha Eletrostática (Figura 8)
- Gaiola de Faraday (Figura 9)

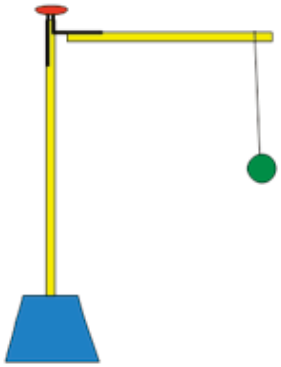


Figura 2
Pêndulo Eletrostático Simples



Figura 3
Pêndulo Eletrostático Duplo

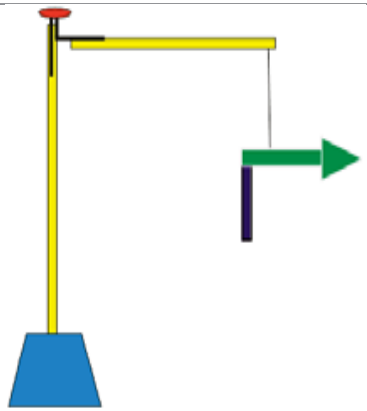


Figura 4
Vetor Eletrostático



Figura 5
Eletroscópio de Folha

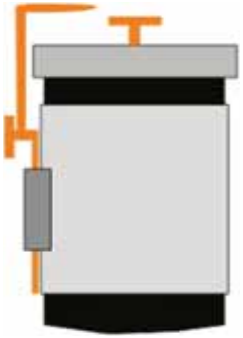


Figura 6
Capacitor

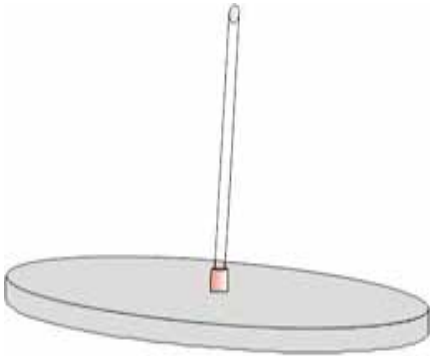


Figura 7
Eletróforo

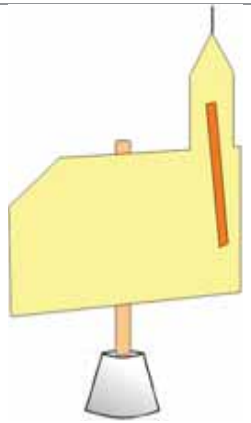


Figura 8
Igrejinha eletrostática

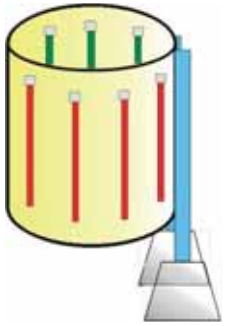


Figura 9
Gaiola de Faraday

O funcionamento e a descrição dos experimentos apresentados podem ser verificados no Anexo 1. Como salientamos anteriormente, tais experimentos utilizam materiais de baixo custo em sua construção, o que facilita a abordagem e o manuseio dos protótipos.

3.3. O trabalho na Escola

Para colocarmos em prática nosso projeto, realizamos intervenções em sala de aula. Foram propostas três possibilidades de trabalho, como apresentadas anteriormente, no item Focos do Trabalho.

- Primeiramente optamos pela realização das demonstrações,
- Depois, seguimos com o trabalho de contato direto do aluno com o experimento; e,
- Por último realizamos as oficinas pedagógicas.

Durante as atividades didáticas, em qualquer um dos procedimentos indicados, cada experimento foi demonstrado e manuseado por todos os alunos da sala de aula.

Antes de iniciar as atividades propostas, houve contatos com a direção e a coordenação da escola, que em posterior reunião com todos os professores, explicou que os professores estagiários do grupo PIBID realizariam suas atividades durante certo período e que, para isso, seria necessário ceder uma parte de uma aula uma vez na semana a cada 15 dias, deixando em aberto o desejo das professoras aceitarem ou não a nossa presença.

Após essa reunião, foi estabelecido que o professor estagiário deveria escolher a sala de aula que iria trabalhar.

Escolhida a sala foi determinado um plano a ser seguido durante o período de trabalho realizado na escola. O **Erro! Fonte de referência não encontrada.** a seguir indica os conteúdos trabalhados de acordo com as semanas presenciais na escola.

Neste trabalho de conclusão de curso dedicaremos nossa análise às observações realizadas em uma sala de 5° ano do Ensino Fundamental. A figura 10 mostra a planta da Escola Municipal Marcelo Schmidt, indicando a localização da sala de aula trabalhada e as fotos 5 e 6 mostram a sala de aula e o corredor de localização da mesma.

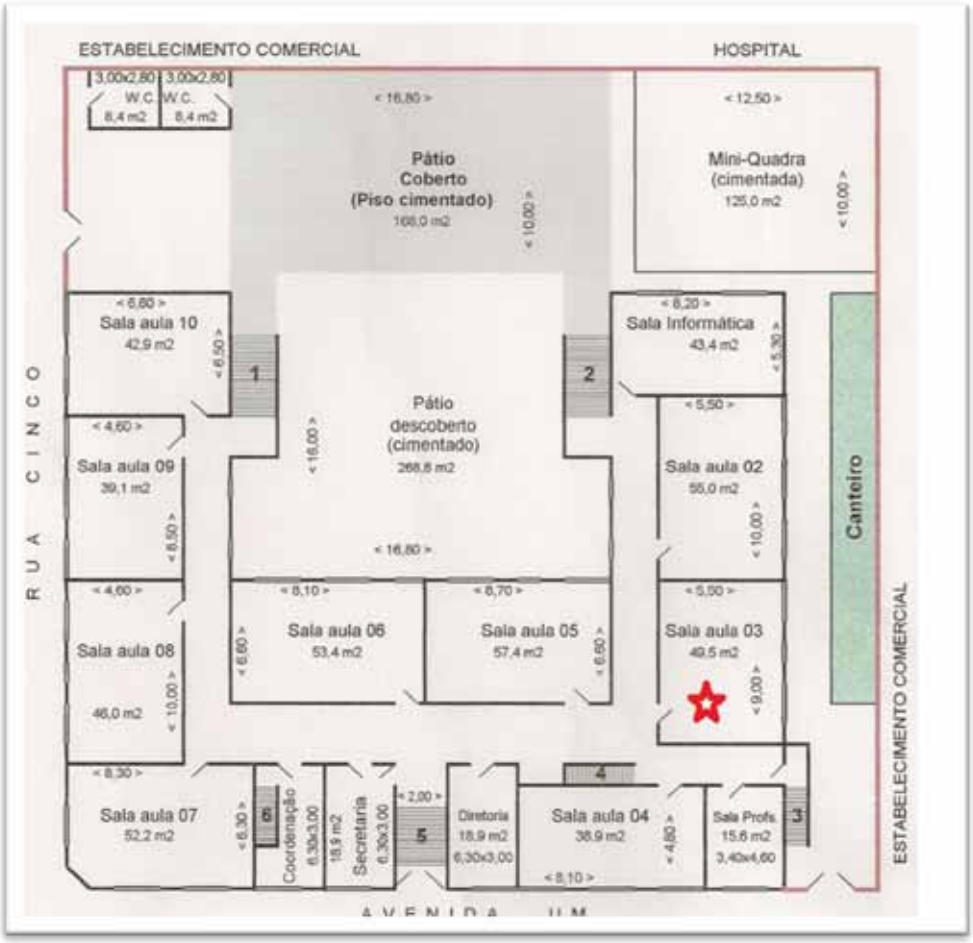


Figura 10 - Mapa da parte superior da Escola Marcelo Schmidt, A sala onde o trabalho foi desenvolvido está assinalada com uma estrela vermelha



Foto 5 - Imagem da sala de aula número 3



Foto 6 - Imagem do corredor de localização da sala de aula número 3

Semanas	Atividade
1 e 2	Observação de aulas – preenchimento do mapa da geografia da sala
3	Planejamento – formas de trabalho com os experimentos.
4	Aula 1 – Canudinho eletrostático
5	Aula 2 – Pêndulo Simples
6	Aula 3 – Pêndulo Duplo
7	Aula 4 – Vetor Eletrostático
8	Aula 5 – Eletroscópio de Folhas
9	Aula 6 – Gaiola de Faraday
10	Aula 7 – Igrejinha Eletrostática
11	Aula 8 - Capacitor
12	Aula 9 – Eletróforo de Pizza
13	Aula 10 – Oficina Pedagógica – construção da Igrejinha Eletrostática

Quadro 1 - Aulas ministradas e seus respectivos conteúdos

Foram feitas atividades de observação para reconhecimento da sala, por meio de um mapa (geografia da sala) que permite fazer anotações quanto à posição de cada aluno, a cada intervalo de dez minutos, representada por setas. A seta que

aponta para a esquerda, representa um aluno sentado, voltado para a esquerda, a seta que aponta para direita, representa um aluno sentado, voltado para a direita, a seta que aponta para cima, representa um aluno sentado, voltado para a lousa, a seta que aponta para baixo, representa um aluno sentado, voltado para o colega sentado atrás. A Figura 11 representa um exemplo de uma das observações feitas durante a aula do professor responsável pela sala.

Notamos que a turma era bastante agitada e que as crianças desviavam sua atenção no decorrer das atividades em sala de aula. Algumas crianças que se destacaram possuiam atitudes como falar em excesso, muitas vezes gritar e desrrespeitar ao professor.

Antes de iniciar as atividades, houve uma conversa com a professora responsável pela sala para planejarmos minhas intervenções, sem prejudicar as atividades didáticas planejadas[3]. Expliquei a atividade que faria e sugeri o tema de eletrostática, que não é proposto no planejamento dos anos iniciais do ensino fundamental. Percebemos que o tema que mais presenciamos é a Astronomia, que entre outros objetivos, prepara o aluno para a Olimpíada Brasileira de Astronomia. O Professor Pedro demonstrou muito boa vontade, me deixando escolher o tema e realizar o trabalho da maneira que quisesse e permitindo usar o tempo que precisasse de suas aulas.

O dia da semana escolhido foi a quinta-feira, que coincidentemente previa a aula de Ciências das crianças.

A partir das observações registradas nos mapas e do diálogo com o professor pudemos iniciar as atividades de intervenção.

[3] Entretanto a professora contatada nessa oportunidade saiu em licença, então pude combinar os trabalhos com o professor Pedro que ficou responsável por essa sala.

Protocólo de Observação de Sala

Data: 27/05/10 Série e Turma: 5º ano Estagiário: Carla

	A	AB	B	BC	C	CD	D	DE	E	EF	F	
1												
2	→ ↑ → ↓		↓ ↑ → →		← → ↓ ↑		→ → ↑ ↑		← ← ↑ ↑			
3	→ ↓ ↓ ↑		↑ → → ↑		↑ ↑ ↑ ↑		↑ ↓ ↑ ←		← ← ↑ ↓			
4	↓ → → ↑		↓ ↓ ↑ →		↑ → → ↑		↑ ↓ ↓ →		↓ ↓ ← ↑			
5	→ ↑ ↑ ↑		↑ ↑ → →		↓ ↓ ↑ ↑		→ → ↑ ↑		← ← ↑ ↑			
6	↑ ↑ ↑ →		↑ → → ↓		↑ ↑ ← ↑		← ↑ ↑ ↓		← ← ← ←			
7	↑ → ↑ ↑		↑ ← ← ↑		↑ ← → ↑		↑ → → ↑		↑ ↑ ↑ ↑			
8												
9												
10												
11												

Figura 11 - Mapa indica a “geografia” da sala de aula

A cada semana de trabalho era realizada um intervenção diferente, pois possuíamos nove protótipos experimentais que foram utilizados em nosso trabalho. Privilegiamos no caso dessa faixa etária o estudo do fenômeno físico ocorrido e, sobretudo, a observação.

No Quadro 2 fazemos uma breve descrição da abordagem realizada com cada experimento, na sequência em que foram realmente trabalhados e da forma como foram explorados durante as aulas.

A seguir discutiremos como foram realizadas as abordagens escolhidas para o trabalho com os protótipos em sala de aula.

Experimento	Breve Descrição
Canudinho eletrostático	O primeiro que utilizamos foi o Canudinho Eletrostático que mostrou já ser popular entre as crianças. Nessa aula começamos com a base da eletrostática, onde discutimos a presença de cargas elétricas nos objetos, e o processo de eletrização por atrito.
Vetor Eletrostático	O segundo protótipo utilizado foi o Vetor Eletrostático, com o qual pretendíamos mostrar as interações entre as cargas elétricas, o princípio do poder das pontas e a distribuição de cargas elétricas em uma superfície.
Pêndulo Simples	Em seguida, trabalhamos com os pêndulos, que possibilitou discutir sobre processos de eletrização por contato e a questão da atração e repulsão entre cargas elétricas
Pêndulo Duplo	
Eletroscópio de Folhas	Na quinta semana trabalhamos a experimentação com o eletroscópio de folhas que pretendia gerar discussões em torno da condutividade elétrica e do isolamento elétrico.
Igrejinha Eletrostática	O sexto experimento trabalhado foi a Igrejinha eletrostática que visava mostrar além do poder das pontas, o princípio do funcionamento de um para raios, equipamento utilizado para a segurança da população.
Capacitor	Depois, trabalhamos com o capacitor, que mostrava com um efeito visual interessante, pequenas descargas elétricas. Com esse protótipo, pretendeu-se discutir a questão do armazenamento de cargas elétricas e o efeito do rompimento do dielétrico do ar.
Gaiola de Faraday	O oitavo experimento utilizado foi a Gaiola de Faraday, que tratava do comportamento de cargas elétricas no interior de um condutor.
Eletróforo de Pizza	Por últimos realizamos as demonstrações e atividades dinâmicas com o eletróforo, que além de mostrar visualmente as descargas elétricas, proporcional o contato físico das crianças com o fenômeno, gerando pequenos “choques” entre os alunos.
Oficina Pedagógica – construção da Igrejinha Eletrostática	

Quadro 2 - Aulas comentadas

3.3.1. Demonstrações

O primeiro procedimento utilizado para trabalhar o uso dos experimentos, foi o que chamamos anteriormente de *experiências de cátedra*, nas quais o professor mostra o experimento em questão, sem que os alunos pudessem manusear o protótipo.

Nesse caso, a professora estagiária iniciava a aula com uma pergunta motivadora, que tivesse relação com o experimento a ser utilizado. Lançada a pergunta, fazia-se uma discussão com os alunos em torno das respostas apresentadas. Com esse diálogo motivador procurava trazer para a sala de aula aquilo que faz parte do universo cultural do aluno, ou seja, contávamos com um conhecimento prévio, com um reconhecimento estabelecido a partir de seu cotidiano.

Como exemplo podemos citar o trabalho com a igrejinha eletrostática. O tema abordado foi: *Descargas Elétricas Naturais – Os Raios*. Tratando de raios, pudemos relacionar o uso do protótipo com o para-raios, que é um aparelho utilizado para a proteção contra descargas elétricas. Após esse processo, o experimento era colocado em funcionamento. A visualização do fenômeno se tornava assim o ponto de apoio do desenvolvimento da aula.

Nesse momento a professora estagiária observava as diversas reações dos alunos quando os mesmos estavam apenas observando o protótipo utilizado naquela semana e procurava analisar tais reações manifestadas no decorrer da aula.

Por fim, era explicado como de fato funcionava o protótipo, seus princípios físicos e qual fenômeno estava acontecendo naquele momento.

Vale ressaltar que em nenhum momento o conceito físico envolvido era revelado antes de fazer a pergunta motivadora e de mostrar o funcionamento do protótipo. Desse modo, o aluno poderia querer saber por que aquilo que ele estava vendo, estava acontecendo, ou seja, estaríamos instigando o aluno a aprender, desse modo, ampliando as condições do diálogo formador que se pretendia.

3.3.2. O contato com os experimentos

A segunda abordagem utilizada pretendeu que os alunos tivessem contato direto com o experimento.

A rotina era baseada no mesmo propósito da demonstração, iniciando os estudos com uma pergunta motivadora. Como ilustração podemos citar o eletroscópio de folhas. Nessa aula falamos sobre condutividade elétrica e materiais isolantes. Então fizemos a seguinte dinâmica: pedimos que cada um deles escolhesse um objeto que possuíam, e levassem até o eletroscópio para verificar se o material era condutor ou isolante. Algumas crianças já associavam a borracha a um isolante elétrico. Ao testar diretamente no eletroscópio – descarregando-o (ou não) eletricamente ao toque do objeto – viam que o eletroscópio mostrava que o material poderia ser condutor. A surpresa era notável quando percebiam que o material que antes julgavam ser isolante, era na verdade condutor.

Percebemos que quando possibilitamos que os alunos pudessem pegar o protótipo na mão, desmontar, montar de novo, realizar seus próprios testes em suas carteiras, ou na mesa do professor, permitimos que a criança exerça a atividade física juntamente com o raciocínio lógico promovendo assim, um aumento do interesse pela atividade realizada e das condições de aprendizagem.

3.3.3. Oficinas pedagógicas

Após a realização da demonstração de todos os experimentos e do contato direto com cada protótipo, foi proposto que se fizesse uma oficina pedagógica com o experimento que as crianças escolhessem.

Por uma decisão em votos, ficou escolhido o protótipo da igrejinha eletrostática. Então, utilizamos o espaço de uma aula para realizar a oficina que consistia em:

- Permitir ao aluno a construção de seu próprio protótipo experimental
- Possibilitar possíveis alterações no modelo proposto
- Verificar as relações entre os materiais utilizados
- Proporcionar uma atividade lúdica, porém educativa
- Estimular a criatividade
- Realizar os testes que os alunos achassem conveniente
- Verificar o funcionamento do protótipo

Para fazer a oficina precisamos dos seguintes materiais:

- Base de gesso (levada pronta pela professors estagiária)
- Canudo de refresco
- Papel cartão
- Alfinete

- Canetas coloridas
- Fita adesiva
- Papel higiênico

Todo o processo foi realizado com a supervisão e auxílio da professora estagiária. O material necessário foi fornecido pelo projeto PIBID, inclusive os materiais de apoio, como tesoura, cola, fita adesiva, régua, etc.

A professora estagiária apresentou uma sugestão para o modelo da igrejinha (Figura 12), mas daeu a liberdade para os alunos criarem o modelo que quisessem. Cada um construiu o seu próprio e colocou-o para funcionar.



Figura 12 - Modelo proposto para montagem da Igrejinha Eletrostática

A atividade de oficina mostrou um envolvimento coletivo, no qual os alunos se empenharam em realizar a tarefa proposta, trocando ideias e fazendo propostas de aperfeiçoamento nos protótipos dos colegas. Isso mostra também a possibilidade de interação social entre crianças do Ensino Fundamental, em torno de uma atividade voltada ao Ensino de Ciências.

4. OBSERVAÇÕES

4.1. Curiosidade e motivação

Durante as pesquisas iniciais realizadas no processo de desenvolvimento desse trabalho, decidimos pela realização de atividades que envolvessem crianças, por se tratar da fase inicial das atividades escolares, em que o Ensino de Física não está presente de forma explicita e sistemática. No início da escolaridade a Física está inserida de forma global, quando se trata do Ensino de Ciências e, ainda assim, o que podemos perceber é uma pequena abordagem de conceitos físicos relacionados geralmente com Astronomia e Ótica.

A partir daí pensamos que seria válido trabalhar conceitos físicos de Eletrostática com crianças, pois é um assunto que está presente no cotidiano delas e por ser possível fazer várias relações com situações que os alunos vivenciam no seu dia-a-dia.

Porém entre aspectos que nos permitiu que esse trabalho fosse realizado com sucesso, podemos ressaltar uma ferramenta importante para a construção do conhecimento que é a curiosidade.

A criança que está presenciando um acontecimento pela primeira vez, apresenta um interesse em descobrir o que representa aquilo que ela está vend,o de uma forma intensa e sem preocupações em relação ao convívio social. As perguntas feitas por elas fluem naturalmente e não existe vergonha ou acanhamento em realizá-las.

Outra questão que permite a inserção desse trabalho é a motivação. Em cada aula ministrada, nos organizamos para que se iniciasse a partir de uma pergunta ou situação motivadora. Nossa intenção era que o interesse em aprender aquilo que estava sendo proposto existisse de forma voluntária, sem que fosse necessário oferecer uma obrigação ao aluno, que poderia tornar o aprendizado forçado e por muitas vezes não aproveitado como deveria ser.

Como exemplo podemos citar as relações feitas pela professora estagiária entre o estudo de cargas elétricas e seu comportamento e o efeito visual que tais fenômenos proporcionavam ao aluno, que observava um canudo de refrigerante

preso em uma superfície, sem que o professor houvesse utilizado algum truque ou passado “cola” como alguns alunos sugeriram que havia acontecido.

Como iniciante da prática docente pude vivenciar algumas situações que dizem respeito aos desafios proporcionados ao se trabalhar com crianças. A maior dificuldade que senti ao realizar as atividades foi conseguir a atenção das crianças. Não é um exercício trivial conseguir que elas estejam atentas durante muito tempo, porém quando iniciava as atividades com o experimento, elas mantinham a atenção voltada a mim.

O fato de presenciar alguns problemas dentro de uma sala de aula significa que mesmo que o professor possua o conhecimento teórico que envolve alguns saberes relacionados ao trabalho pedagógico, ele nunca estará de fato preparado, pois as adversidades cotidianas interferem no desenvolvimento do principal propósito de ensino que é a aprendizagem.

Porém, se houver a participação, o envolvimento e o comprometimento do professor e do aluno, as relações de ensino-aprendizagem se tornam viáveis e prazerosas, afinal, o professor não é dotado de todo o conhecimento existente, mas possui uma habilidade de unir saberes e relacioná-los de forma justa ao aprendizado do aluno (BENETTI, 2004). Lidar com essa incerteza e instabilidade faz parte da docência.

4.2. Aulas que se destacaram

Dentre todas as aulas ministradas, gostariamos de destacar nesta análise três deles: os experimentos que tratavam da condução e isolamento elétrico, do poder das pontas e das descargas elétricas seguidas do processo de eletrização por indução. Os experimentos que representam tais fenômenos são respectivamente: O Eletroscópio de Folhas, a Igrejinha Eletrostática e o Eletróforo de Pizza.

4.2.1. Eletroscópio de Folha

Quando mostramos o protótipo do Eletroscópio de Folhas (Figura 13) e tratamos sobre materiais condutores e isolantes. Pedimos anteriormente que cada aluno levasse um objeto de sua preferência para verificar se eles eram materiais condutores ou isolantes.



Figura 13 - Eletroscópio de Folhas

O Eletroscópio de Folhas funciona baseado no princípio de eletrização por contato. Um canudo de refrigerantes é carregado eletricamente por atrito e em seguida é posto em contato com a base superior do eletroscópio de folhas, desse modo carregando-o também. Vale ressaltar que por se tratar de eletrização por contato, as cargas presentes no eletroscópio terão a mesma origem (o mesmo sinal) que as cargas presentes no canudo de refrigerantes.

Após esse procedimento o eletroscópio estará carregado eletricamente, e a partir daí poderemos fazer algumas observações em torno da condução elétrica. Ao fazer a eletrização por contato (carregá-lo eletricamente), a tira de papel do eletroscópio irá permanecer levantada, pois haverá repulsão entre as cargas elétricas presentes no corpo do experimento e na tira, afinal, como foi dito anteriormente, são cargas de mesmo sinal. Ao encostarmos um objeto de determinado material no eletroscópio, poderão ocorrer dois fenômenos: um é abaixar a tira, outro é manter a tira em sua posição inicial. Se ocorrer o primeiro, significa que o objeto (e seu material constitutivo) é condutor, ou seja, oferece facilidade para o movimento de portadores de cargas elétricas negativas (elétrons) livres em seu interior. Se a tira se manter inalterada significa que o material é isolante, ou seja, o material oferece resistência ao movimento dos portadores de carga, impedindo que o eletroscópio mude de carga elétrica. Dificilmente podemos

encontrar um material que seja totalmente isolante nesse caso, pois isso depende da diferença de potencial com a qual estamos trabalhando, que para o processo de eletrização do eletroscópio chega a 5000 volts ou mais.

A atividade com o experimento foi organizado da seguinte forma:

- Primeiro foi montado o experimento.
- Em seguida, os grupos se organizaram em filas.
- Antes de encostar o brinquedo, era feita a seguinte pergunta: você acredita que seu brinquedo conduz energia elétrica?
- Dada a resposta, o brinquedo era encostado no eletroscópio e era feita a verificação quanto à condução elétrica.

Nessa aula, fizemos uma relação com os perigos oferecidos pelas descargas elétricas e mostramos que havia alguns materiais que ofereciam resistência a passagem de corrente elétrica, evitando que um acidente pudesse ocorrer, como exemplo, falamos do profissional das companhias elétricas que fazem manutenção nos postes de energia elétrica e utilizam uma luva de uma borracha específica, isolante elétrica.

A surpresa dos alunos ao perceberem que a grande maioria de seus brinquedos eram condutores elétricos foi notada em cada expressão de espanto. E nesse momento surgiu a principal questão: “Mas professora, a borracha não é isolante?”. É nesse momento que tornamos possível a explicação sobre a condução elétrica a partir de uma determinada diferença de potencial, mostrando que as voltagens à que eles estão habituados vão de 110V a 220V, enquanto ali, no experimento, chegamos a voltagens de aproximadamente 5000 V. Dessa forma, mostramos que numa voltagem nessas proximidades, um material que antes se acreditava ser isolante, poderia ser condutor.

4.2.2. Igrejinha eletrostática

Outra aula que se destacou entre todas, foi a que levamos a igrejinha eletrostática (Figura 14). A igrejinha mostra o funcionamento da eletrização por indução, o poder das pontas, o funcionamento do para-raios e as descargas elétricas naturais.



Figura 14 - Igrejinha Eletrostática

Esse experimento mostra uma propriedade das cargas elétricas que consiste em se acumular em regiões estreitas de superfície de um corpo condutor eletrizado. Essa propriedade é conhecida como poder das pontas. Como a ponta da igrejinha é muito estreita em relação ao resto do corpo do experimento, a tendência das cargas elétricas é se concentrar na ponta do alfinete. Nessa região há um campo elétrico muito intenso, propício a perda ou o recebimento de carga elétrica. Isso ocorre e podemos observar quando a igrejinha é carregada sem contato quando aproximamos o canudinho carregado eletricamente, sem que haja necessidade de encostar o canudo previamente eletrizado, por atrito, na igrejinha. Basta aproximá-lo basta para a verificação da existência das cargas elétricas. Neste caso há pequenas descargas elétricas (pequenos raios) cujo barulho ou luminosidade não são visíveis ao observador.

Quando falamos do poder das pontas podemos contextualizar a igrejinha com o funcionamento do para-raios, que é um equipamento utilizado para a segurança contra descargas elétricas naturais, e se concentram em regiões de grande altitude e possui formato pontiagudo. Esse equipamento é colocado em locais altos como campanários de igrejas e edifícios.

O raio é uma descarga elétrica que ocorre quando há cargas elétricas opostas entre nuvens ou entre nuvens e o solo. É uma conseqüência do movimento de cargas elétricas. É um fenômeno – por características como a elevada carga elétrica

envolvida e os curtos espaços de tempo de ocorrência – muito difícil de ser estudado com precisão. Simplificadamente poderíamos descrever o fenômeno da seguinte maneira: nuvens adquirem carga elétrica através da movimentação das partículas de água, gelo e o ar. Partículas carregadas positivamente ou negativamente se acumulam em diferentes partes da nuvem, como na parte superior da nuvem (positiva) e na parte inferior (negativa). Essa diferença acaba provocando efeitos no solo ou entre nuvens. Dessa maneira é possível que ocorram raios, além de entre a nuvem e o chão, dentro da própria nuvem ou entre diferentes nuvens. Na descarga elétrica entre o solo e uma nuvem, as cargas do solo – com características físicas opostas as que situam na base da nuvem – são atraídas para a superfície, em um fenômeno denominado polarização. Quando a intensidade da força elétrica chega a um limite superior a resistência elétrica do ar, um primeiro raio – chamado de líder – se movimenta da nuvem em direção ao solo ou vice-versa. Por esse “caminho” outras cargas passam a se movimentar também, criando uma corrente elétrica de elevada intensidade. (FEYNMAN et al, 2008)

Quando o raio líder se encontra com as cargas elétricas opostas, é formado o canal do raio e uma descarga de retorno se inicia. O raio termina quando a corrente de descarga de retorno percorre todo o canal do raio. A descarga elétrica só acontece se a rigidez dielétrica do ar for superada. Um raio pode durar entre 0.1 milissegundos a 1 segundo e pode liberar entre 1 a 40 Coulomb de carga elétrica e dissipar uma potência elétrica de até 100 Megawatts, e completamente formado pode conduzir correntes em torno de 10 a 80.000 Ampère e tensão elétrica da ordem de 15.000 Volt.

As descargas ocorrem com mais facilidade em pontas. Este fenômeno permite a construção de estruturas – os para-raios – que conseguem “canalizar” o movimento de cargas, evitando que a descarga ocorra diretamente na edificação, nas pessoas ou diretamente no solo.

Como dito anteriormente esse experimento foi o escolhido para a realização da oficina pedagógica, e por esse motivo ofereceu um grande destaque em aula. Os alunos se engajaram em construí-la e verificar seu funcionamento de forma individual, ou seja, cada aluno com sua própria igrejinha eletrostática. A oficina seguiu seu curso da seguinte maneira:

- Os materiais foram fornecidos aos alunos que estavam organizados em forma de U na sala de aula.

- Foi permitido o contato inicial e sugerido um modelo de montagem experimental.
- Cada aluno escolheu seu modelo e montou o protótipo de acordo com as orientações da professora estagiária.
- Os protótipos foram testados
- As discussões conceituais e fenomenológicas foram realizadas, da mesma forma como já fora dito, incluindo a questão motivacional e a explicação do fenômeno.

Notou-se um grande empenho dos alunos em construírem seus próprios protótipos e um grande interesse em entender como um aparelho poderia impedir que uma descarga elétrica natural atingisse as pessoas. Esse experimento proporcionou além da prática realizada na construção do experimento, a capacidade do desenvolvimento da criatividade e da percepção dos conceitos físicos adquirida ao longo das aulas oferecidas.

4.2.3. Eletróforo

Por último falaremos de um experimento que causou certa agitação dentro da sala de aula, por oferecer um efeito visual e a possibilidade de “sentir” a presença de cargas elétricas: o Eletróforo de Pizza.



Figura 15 - Eletróforo de Pizza

Esse experimento nos permite ter um acúmulo de cargas na superfície metálica, a partir da eletrização por indução. A eletrização por indução consiste em eletrizar um corpo sem o contato direto, mas pelo aterramento. É necessário que um corpo (chamado de indutor) já esteja previamente carregado, de modo a induzir uma

polarização entre as cargas elétricas presentes no corpo neutro (em nosso caso o disco metálico do eletróforo). Quando o corpo induzido (em nosso caso o disco metálico) estiver polarizado, deve ser aterrado, permitindo que portadores de cargas elétricas negativas movimentem-se em direção à terra (ou ao disco), proporcionando assim o excesso de portadores de cargas elétricas opostas no disco. Se supormos que os elétrons foram retirados, o disco ficará eletricamente positivo.

Para a utilização desse experimento, discutimos descargas elétricas e o efeito visual proporcionado por raios na atmosfera. Também falamos sobre a sensação de choque elétrico ao nos aproximarmos de um aparelho eletrônico recém ligado, ou desligado, que é o caso do aparelho de televisão, que oferece uma pequena descarga elétrica no contato com a pessoa, logo após ser ligada ou desligada. O choque elétrico requer uma diferença de potencial (voltagem) entre uma parte do corpo e outra para que haja um fluxo de cargas elétricas. Quando vemos um passarinho com os dois pés em um fio de alta tensão sem sofrer descargas elétricas, atribuímos o fato à ausência de diferença de potencial significativa entre os pés do animal.

Para começar o trabalho com o Eletróforo de Pizza, organizamos os alunos em fila, carregando-o por indução e “descarregando” o eletróforo eletrizado no corpo da criança. Quando era visto uma pequena faísca da ordem de 1 cm, que saia do eletróforo para o corpo, a reação das crianças era de plena surpresa e contentamento em poder ver de tão perto um fenômeno que só era possível ser visto em dias de tempestade com descargas elétricas muito intensa.

4.3. Experimentos e procedimentos didáticos

A cada aula ministrada o que se pode verificar é que conforme os experimentos iam evoluindo, as crianças evoluíam também, a ponto de alunos construírem seus próprios protótipos em suas casas, sem a supervisão da professora estagiária e verificarem o seu funcionamento por si só, e além disso, proporem modificações e sugerirem novas construções para os protótipos utilizados em sala de aula para o trabalho com a eletrostática.

Podemos inserir esse trabalho nos procedimentos didáticos de utilização do laboratório e os tipos de laboratório que são viáveis nesse caso:

- Utilizamos as experiências de cátedra, quando partimos da demonstração para a realização do trabalho.
- Também podemos relacionar nossas atividades com o uso do laboratório divergente e do laboratório de projetos, pois apesar de as aulas serem conduzidas pela professora estagiária, as crianças eram livres para interagir com o professor, fazer sugestões de uso e melhorias nos protótipos experimentais utilizados.

De maneira geral, nossa rotina de trabalho em sala de aula consistia em iniciá-la com uma motivação, realizar a demonstração, permitir o contato direto e por último inserir o conceito físico envolvido. Durante todo o processo foi incentivado o uso do diálogo como forma de aprendizado, estimulando os alunos a questionarem o uso de materiais daquele tipo e propondo a geração de dúvida em torno do conceito para que conforme fossemos avançando nosso trabalho, o aluno se tornasse cada vez mais interessado em aprender eletrostática.

Na oficina pedagógica o que podemos notar é a presença da participação mais efetiva dos alunos que construíam seus próprios protótipos. Sendo o aluno executor, cabe ao professor o papel de orientador, dando a ele diferentes possibilidades de desenvolvimento, além de sanar as dúvidas que possam surgir durante a prática. (ANDRADE, 2011)

Os alunos se sentiram a vontade para alterar o modelo do experimento proposto, no caso a Igrejinha Eletrostática, dando ao protótipo um formato escolhido. A única proposição feita a eles é que deveria existir um lugar para inserir o alfinete e garantir a existência de uma ponta. O resultado disso foram protótipos em forma de casa, prédios, pequenos animais, igrejas de outras formas, enfim, raro foi o aluno que copiou o protótipo sugerido pela professora estagiária.

Após o término das atividades realizadas na escola, pudemos perceber que para se aprender ou se ensinar Física não é estritamente necessário o uso das aulas tradicionais que reproduzem o conhecimento físico apenas com formulação matemática e aplicações de exercícios. Uma aula de Física pode ser motivadora, geradora de dúvidas e proporcionar diálogos em torno de uma discussão de um conceito físico.

Baseado na mobilização dos saberes e na relação de cumplicidade entre aluno e professor e considerando que as crianças estão em fase de

desenvolvimento do processo cognitivo, deve-se cuidar para que a atividade seja devidamente planejada para que possamos inserir o conhecimento físico de maneira eficaz.

A experiência didática relatada neste trabalho nos permite concluir a viabilidade de se trabalhar conceitos físicos com alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental, que apesar de possivelmente não possuírem raciocínio capaz de dominar algoritmos e relações matemáticas presentes nas leis e definições de conteúdos, ainda assim torna possível o ensino de Física de maneira exploratória e fenomenológica, base para utilizar tal cultura em seu mundo e subsidiar sua formação escolar futura.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades experimentais realizadas na Escola Municipal Marcelo Schmidt no âmbito do projeto PIBID proporcionou aos alunos o contato com um novo tipo de material e com conceitos antes desconhecidos.

Quando escolhemos trabalhar com o Ensino de Física para crianças dos anos iniciais do ensino fundamental, partimos do referencial que nos coloca a frente das principais ferramentas necessárias para se trabalhar com o Ensino de Física: a curiosidade e a motivação, que combinadas nos proporcionou realizar um trabalho mobilizador na escola.

A criança nesta fase está em pleno desenvolvimento da sua capacidade de raciocínio lógico. Nesse momento especial conseguimos atingi-la, de modo a criar dúvidas, que ela acredita ter possibilidade de ser solucionada através do trabalho com os materiais propostos.

Nosso questionamento inicial era justamente saber se é possível trabalhar o Ensino de Física com crianças, já que nessa fase, elas ainda poderiam não possuir o conhecimento matemático necessário para desenvolver cálculos envolvidos no estudo de fenômenos físicos.

Desde aí, pensamos em como seria se trabalhássemos apenas com o conceito, com a questão fenomenológica, sem a introdução do tratamento matemático. Para isso decidimos que deveria existir um aparato que desse suporte ao professor que fosse trabalhar com o Ensino de Física nos anos iniciais do ensino fundamental. Nesse momento surgiu a escolha dos materiais desenvolvidos por (FERREIRA, 1978) pela facilidade de construção e pelas possibilidades de trabalhos pedagógicos oferecidos pelos mesmos.

O que podemos perceber é que é viável ensinar Física para crianças, mas que é preciso tomar alguns cuidados. Alguns conceitos são abstratos demais e por isso devem ser tratados com cautela, para que não haja uma concepção errônea e seja carregado para os anos seguintes.

Além disso, vale ressaltar, nem toda atividade prática é trivial, e nem toda forma de trabalho com protótipos desse tipo são efetivamente de baixo custo.

Porém, podemos dizer que esse projeto nos possibilitou um contato com uma fase educacional que não poderíamos ter em nossos estudos convencionais e mais

ainda, proporcionou o contato antecipado dos licenciandos com a sala de aula que não está previsto em nossa proposta curricular, a qual prevê que o graduando só entre em contato direto com a escola quando cursar as disciplinas de Prática de Ensino.

A experiência realizada representa parte de um processo evolutivo caracterizado pela prática docente. A escolha pelo Ensino Fundamental enriquece nossas bases no âmbito educacional e escolar e nos permite ter uma visão diferenciada quanto ao Ensino de Física que a partir dos estudos realizados nesse trabalho se mostrou possível de ser ensinado nessa fase da escolaridade. Contudo, podemos destacar também a possibilidade de unir de forma colaborativa a pesquisa e o ensino, a teoria e a prática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. A. N. **Contribuições formativas do laboratório didático de física sob o enfoque das racionalidades**. Dissertação – Mestrado, UNESP Bauru, 2011.

ARRIGONE, G. M e MUTTI, C. N.. Uso das experiências de cátedra no ensino de física. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, 28(1), p. 60-90, 2010.

BENETTI, B. **O tácito e o explícito** : a formação de professores de ciências naturais e biologia e a temática ambiental / Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Letras, 2004.

Conhecimentos, saberes e compreensão. UNESP Marília, 2004.

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

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.

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

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. São Paulo, Paz e Terra, 1996.

GONÇALVES, E. P. **Iniciação à pesquisa científica**. Campinas: Alínea, 2007.

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.

ROBILOTTA, M.R. O cinza, o branco e o preto – da relevância da história da ciência no Ensino de Física. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, 5 (Número Especial), p. 1-18, 1988.

BIBLIOGRAFIA

CARVALHO, A. M. P. Ensino de ciências e epistemologia genética. **Viver Mente&Cérebro**, Especial Piaget, p. 50-57.

DAL RI, C. S.; RAMOS, E. M. de F. **Ensinando Física com materiais de baixo custo** – Para-raios. Holos Environment. 10 (2) Suplemento 1 - Jun/Dez 2010

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

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

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

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

KAMII, C e DEVRIES, R. **O conhecimento físico na educação pré-escolar** – implicações da teoria de Piaget. Porto Alegre: Artes Médicas, 1985.

SARTORELLO, J. H. **O experimento e o lúdico**: reflexões sobre atividades didáticas experimentais para o Ensino de Física e a ludicidade. TCC Liceciatura em Fìsica, UNESP IGCE, 2011.

6. ANEXO - DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS EXPERIMENTAIS

a) Canudo Eletrostático

O canudo eletrostático[i] nos permite mostrar a eletrização por atrito, ao atritarmos a ele um pedaço de papel higiênico, permitindo que haja excesso de cargas elétricas em sua superfície que estava inicialmente neutra.

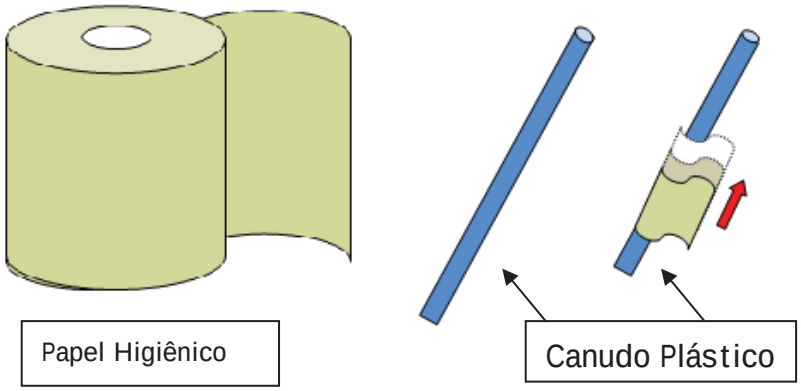


Figura 16 - Esquema da eletrização por atrito com o canudo eletrostático

[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, p. 35

b) Pêndulo Simples

O pêndulo eletrostático simples[i] 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.

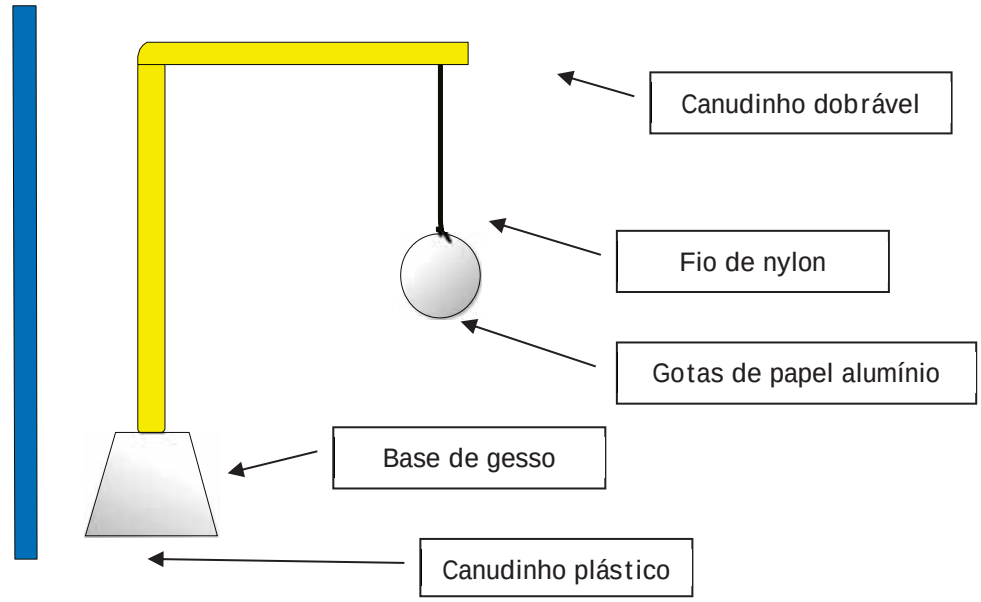


Figura 17 - Representação do pêndulo simples

c) 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.

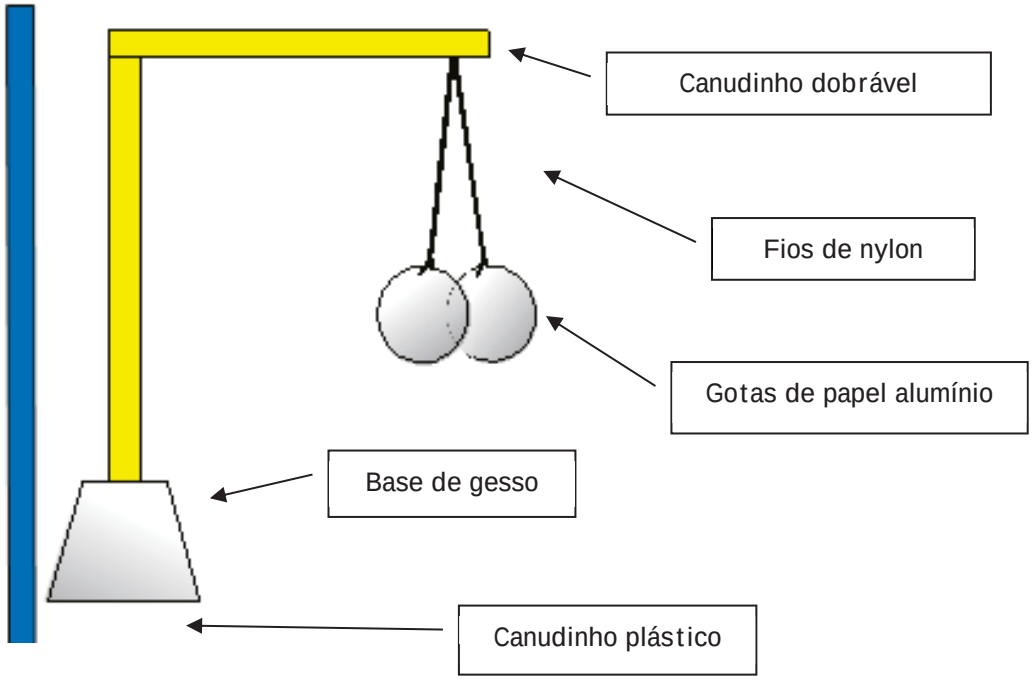


Figura 18 - Representação do pêndulo duplo

d) 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.

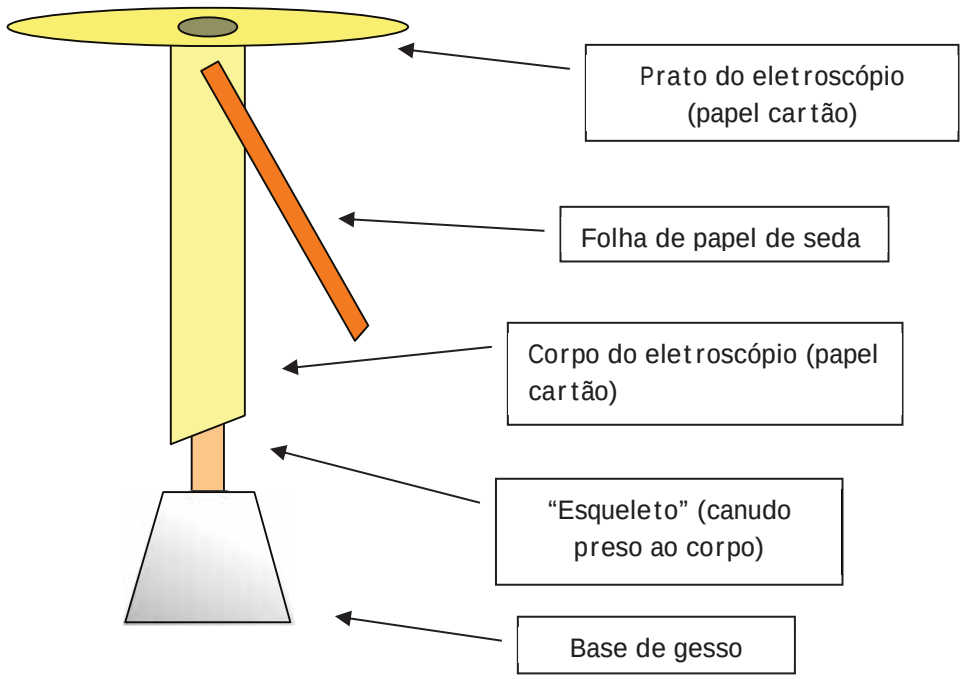


Figura 19 - Representação do eletroscópio de folhas

e) 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.

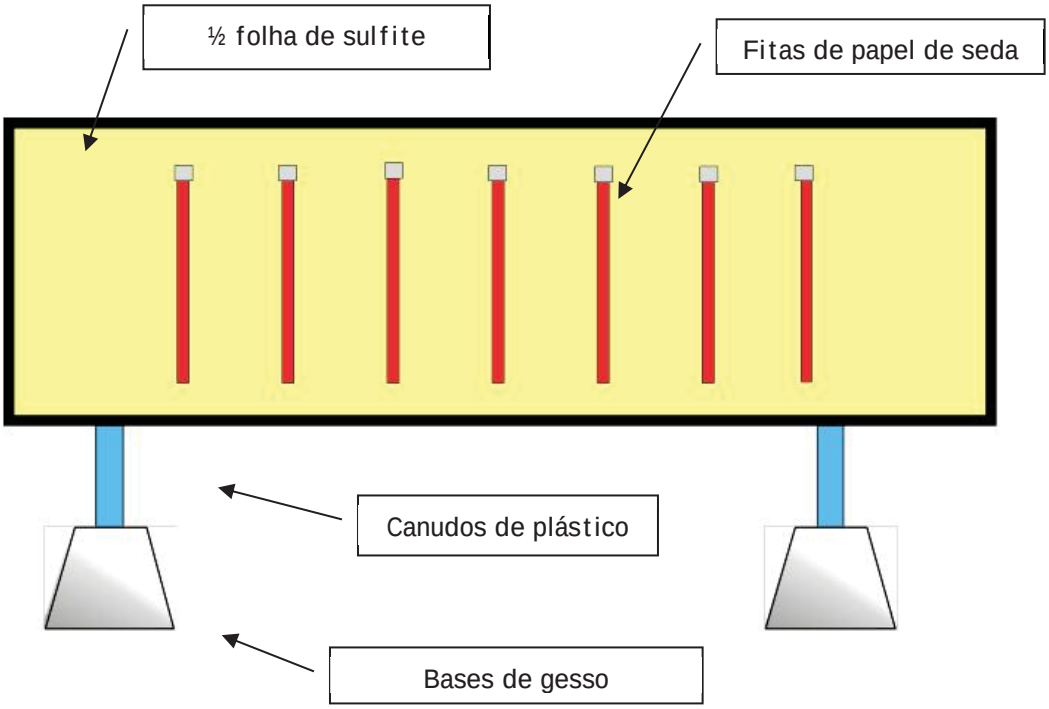


Figura 20 - Representação da gaiola de Faraday

f) 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.

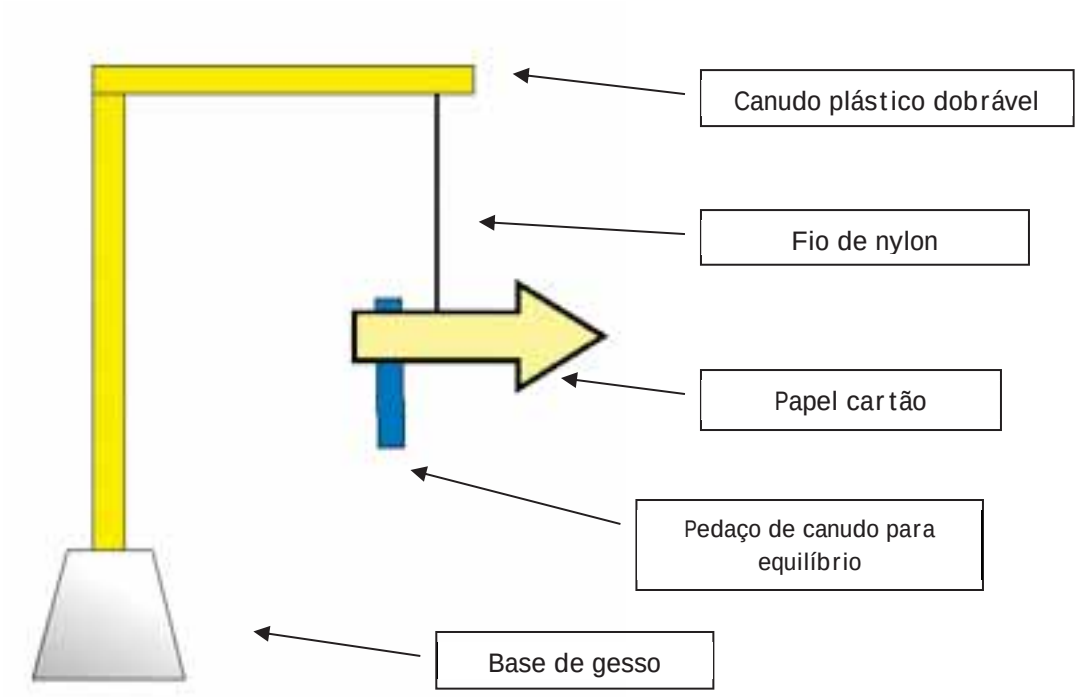


Figura 21 - representação do vetor eletrostático

g) 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.

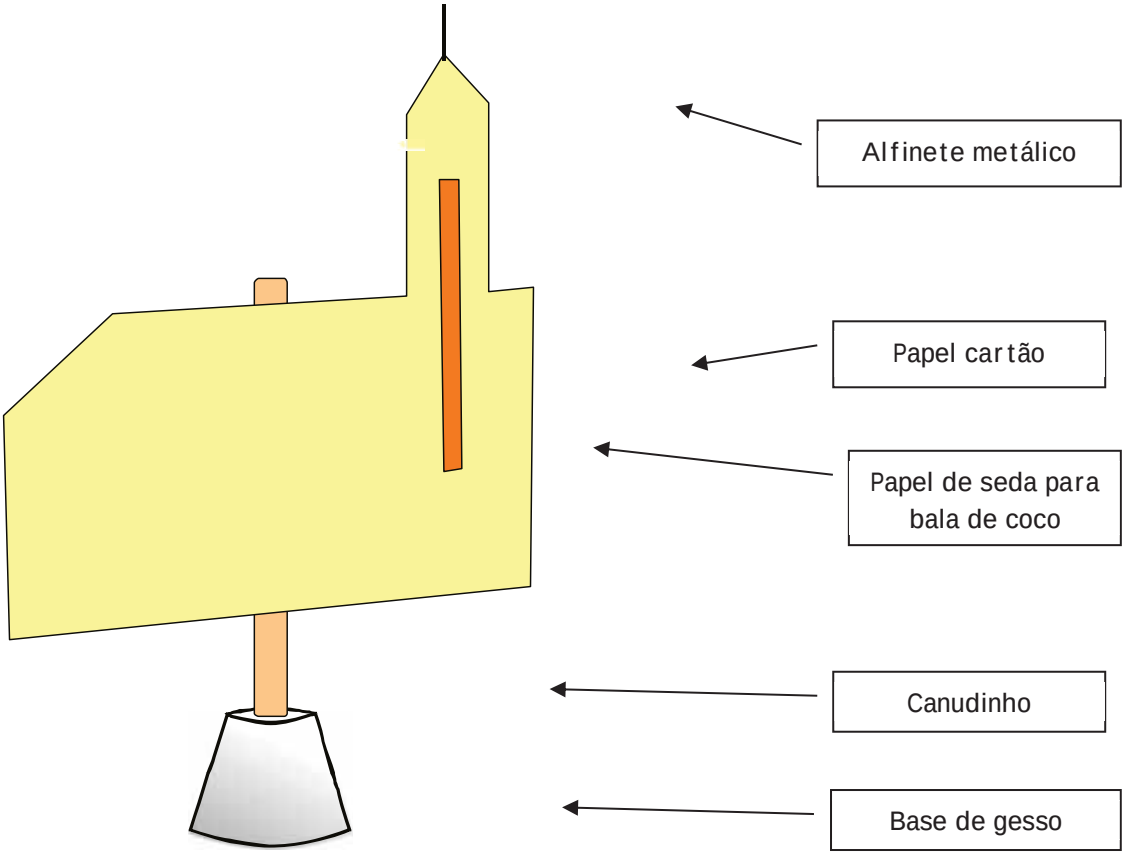


Figura 22 - Representação da Igrejinha eletrostática

h) Capacitor

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

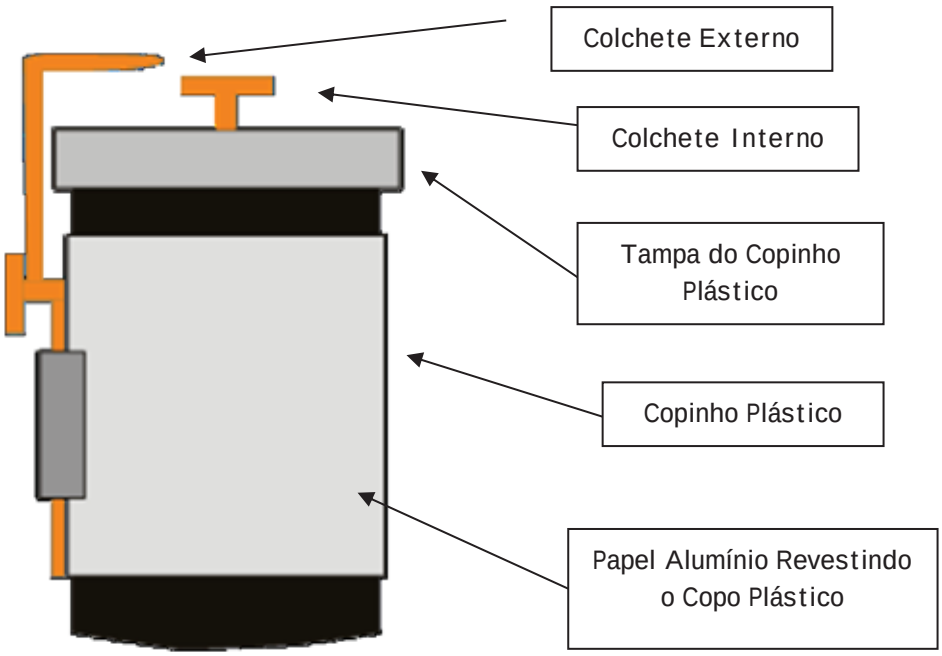


Figura 23 - Representação do Capacitor

i) 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.

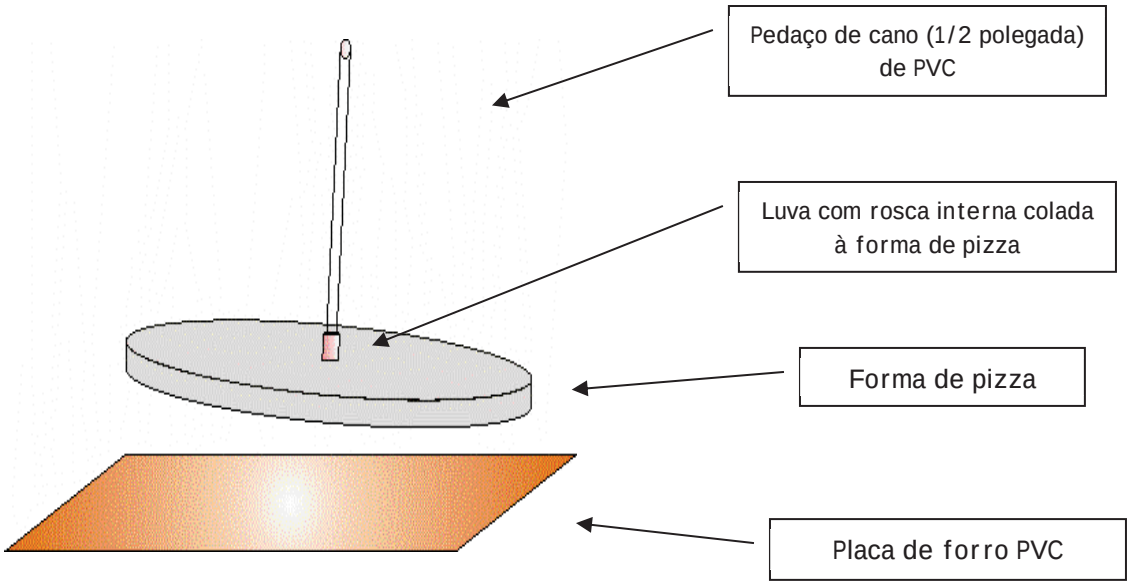


Figura 24 – Eletróforo de Pizza