

**Trabalho de Conclusão de Curso**

**Curso de Graduação em Física**

Conhecimento físico: análise do laboratório investigativo para o Ensino de Física  
na Educação Básica – uma experiência com eletrostática

Sabrina Carolina Ferreira

Prof. Dr. Eugenio Maria de França Ramos

Rio Claro (SP)  
2018

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

SABRINA CAROLINA FERREIRA

CONHECIMENTO FÍSICO: ANÁLISE DO LABORATÓRIO  
INVESTIGATIVO PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO  
BÁSICA – UMA EXPERIÊNCIA COM ELETROSTÁTICA

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  
2018

F383c      Ferreira, Sabrina Carolina

             CONHECIMENTO FÍSICO : ANÁLISE DO LABORATÓRIO INVESTIGATIVO  
             PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA-UMA EXPERIÊNCIA  
             COM ELETROSTÁTICA / Sabrina Carolina Ferreira. -- Rio Claro, 2018  
             60 p. + 1 CD-ROM

             Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura - Física) - Universidade  
             Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio  
             Claro

             Orientador: Eugenio Maria de França Ramos

             1. Laboratório Didático Investigativo. 2. Conhecimento Físico. 3. Experimento  
             de baixo custo. 4. Eletrostática. 5. Ensino de Física. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Geociências e  
Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

SABRINA CAROLINA FERREIRA

CONHECIMENTO FÍSICO: ANÁLISE DO LABORATÓRIO  
INVESTIGATIVO PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO  
BÁSICA – UMA EXPERIÊNCIA COM ELETROSTÁTICA

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

Prof. Dr. Eugenio Maria de França Ramos

Profa. Dra. Bernadete Benetti

Prof. Dr. José Dirceu Vollet Filho

Rio Claro, 06 de Novembro de 2018.

Assinatura do(a) aluno(a)

Assinatura do(a) orientador(a)

## RESUMO

Este trabalho tem o intuito de discutir alternativas para um ensino mais relevante dos conceitos de Física, procurando aumentar o conhecimento científico dos alunos nesta área de conhecimento. O foco do estudo é a importância das atividades experimentais no ensino de Física desde os anos iniciais até os anos finais da Educação Básica, para isso foi analisado a viabilidade pedagógica de alguns tipos de laboratórios didáticos os quais são: Tradicional, Divergente, Demonstrativo, de Redescoberta, Biblioteca e Investigativo, sendo o Laboratório didático Investigativo o escolhido para objeto de estudo, por fazer com que os alunos pensem de forma crítica e autônoma respeitando o seu estágio intelectual. Descrevemos o que são atividades de conhecimento físico, e dissertamos sobre a importância de experimentos de baixo custo nas práticas experimentais e em especial para nesse tipo de atividade. Explicamos a construção e os conceitos que podem ser abordados nos experimentos de baixo custo de eletrostática: Canudo Eletrostático, Pêndulo Eletrostático Simples e Eletroscópio. Então apresentamos a metodologia aplicada nas oficinas de Física realizadas em duas escolas diferentes, sendo uma escola de Ensino Fundamental I, com alunos do 4º ano, e uma escola de Ensino Fundamental II com alunos do 9º ano localizadas na cidade de Rio Claro – SP, onde analisamos a efetividade de atividades investigativas de conhecimento físico de eletrostática. E por fim, apresentamos as considerações finais em relação ao trabalho realizados nessas escolas, onde discutimos os resultados e as dificuldades em fazê-lo.

Palavras-Chave: Laboratório didático Investigativo. Conhecimento Físico. Experimentos de Baixo Custo de Eletrostática. Ensino de Física: Educação Básica.

## **ABSTRACT**

This work aims to discuss alternatives for a more relevant teaching of the concepts of Physics, seeking to increase the scientific knowledge of students in this area of knowledge. The focus of the study is the importance of experimental activities in Physics teaching from the initial years until the final years of Basic Education, for which the pedagogical feasibility of some types of didactic laboratories was analyzed, which are: Traditional, Divergent, Demonstrative, of Rediscovered, Library and Investigative, being the Investigative didactic Laboratory the chosen one for study object, for causing the students to think critically and autonomously respecting their intellectual stage. We describe what are physical knowledge activities, and we discuss the importance of low cost experiments in experimental practices and especially for this type of activity. We explain the construction and the concepts that can be approached in the experiments of low cost of electrostatic: Electrostatic Straw, Simple Electrostatic Pendulum and Electroscope. Then we present the methodology applied in the Physics workshops held in two different elementary schools, being the first for 4th years students, and the second for 9th year students, both located in the city of Rio Claro - SP, where we analyze the effectiveness of investigative activities of physical knowledge of electrostatics. And finally, we present the final considerations regarding the work done in these schools, where we discuss the results and the difficulties in doing so.

**Keywords:** Investigative didactic laboratory. Physical Knowledge. Low Cost Electrostatic Experiments. Teaching Physics: Basic Education.

## SUMÁRIO

|                                                                                                                |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                                                        | <b>6</b>  |
| <b>1. OBJETIVOS E METODOLOGIA .....</b>                                                                        | <b>9</b>  |
| <b>2. IMPORTÂNCIA DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA .....</b>                                   | <b>10</b> |
| <b>2.1 IMPORTÂNCIA DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE FÍSICA DESDE OS PRIMEIROS ANOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA .....</b> | <b>11</b> |
| <b>2.2. O CONHECIMENTO FÍSICO .....</b>                                                                        | <b>14</b> |
| <b>2.3. TIPOS DE LABORATÓRIO .....</b>                                                                         | <b>18</b> |
| <b>3. OS EXPERIMENTOS NAS OFICINAS .....</b>                                                                   | <b>26</b> |
| <b>3.1. OBSERVAÇÕES SOBRE OS EXPERIMENTOS UTILIZADOS NAS OFICINAS .....</b>                                    | <b>43</b> |
| <b>4. A REALIZAÇÃO DAS OFICINAS E ALGUMAS REFLEXÕES DOCENTES .....</b>                                         | <b>44</b> |
| <b>4.1 AS OFICINAS REALIZADAS NO ENSINO FUNDAMENTAL .....</b>                                                  | <b>47</b> |
| <b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                                                                           | <b>58</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                                                        | <b>59</b> |

## INTRODUÇÃO

É comum falar-se sobre a importância de atividades experimentais no Ensino de Física, porém, muitos estudantes nunca tiveram experiência pessoal com atividades de Ensino Experimental antes do Ensino Superior, com materiais didáticos ou procedimentos de ensino semelhantes, seja pela ausência de laboratório didático, equipamentos sucateados ou sua pouca utilização.

Pude constatar dificuldades apresentadas no ensino de Ciências desde os anos iniciais até os anos finais da educação básica a partir da minha experiência com o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) do campus de Rio Claro em São Paulo e com a disciplina “Prática de Ensino e Estágio Supervisionado” do curso de Licenciatura em Física.

Destaca-se a maneira como os professores desenvolvem seus conteúdos de Física, uma vez que nos anos iniciais o ensino de Física é pouco ou praticamente inexistente, e nos anos finais da educação básica os professores privilegiam o ensino de fórmulas, leis e exercícios, de forma abstrata, o que, já em 1978, Ferreira apontava como ineficaz para muitos alunos:

Sob o enfoque piagetiano, o fato de encontrarmos estudantes de Física em um estágio de raciocínio concreto sugere que tentar fazer com que os mesmos entendam Física de uma maneira abstrata, seria infrutífero. Griffiths vai além, prevenindo que tal proceder poderia até retardar o desenvolvimento intelectual do estudante. (FERREIRA, 1978, p. 5).

Percebi em minhas atividades didáticas de docência que mesmo no ensino médio há alunos que ainda necessitam partir de objetos reais e familiares para poder operar com hipóteses, de forma que o ensino puramente expositivo de fórmulas e conceitos torna-se frustrante para eles.

Uma alternativa a essa abordagem do conteúdo é o uso de experimentos de Física, com os quais pode-se demonstrar um determinado fenômeno a ser estudado ou criar uma situação de ensino na qual as abstrações estejam amparadas e enriquecidas pela manipulação e pelo questionamento do que se observa, ampliando as oportunidades de entendimento.

Foi eleito como foco desse trabalho a utilização e construção de materiais experimentais, particularmente com materiais experimentais de eletrostática, procurando criar situações de ensino investigativas envolvendo atividades de conhecimento físico. Utilizamos experimentos de baixo custo para ensinar Ciência nas escolas, comparando sua implementação em dois níveis diferentes da Educação Básica (Ensino Fundamental I e Ensino Fundamental II), em turmas de diferentes escolas públicas de Rio Claro (SP).

Escolhemos o ensino da eletricidade estática pois os fenômenos ocasionados por ela despertam o interesse das pessoas tornando a temática atrativa aos alunos. Além disso optamos pelo uso de materiais didáticos de baixo custo, inspirados nas propostas de Ferreira (1978) para um laboratório didático para a realidade brasileira.

Procuramos discutir a viabilidade da utilização de atividades com tais características, analisar suas possibilidades e estudar a receptividade dos estudantes e possíveis reflexões em seus desempenhos escolares.

Pretendeu-se no âmbito de tais atividades realizar um estudo comparativo do conhecimento científico no nível Fundamental, tomando como base atividades de conhecimento físico, em que os alunos deverão agir, refletir, fazer previsões e verificações.

Serão considerados no trabalho referenciais metodológicos e procedimentos de pesquisa qualitativa, com caráter bibliográfico, investigativo e exploratório (GONSALES, 2007).

O trabalho está organizado nos seguintes capítulos:

- No primeiro capítulo apresentamos os objetivos do trabalho e a metodologia utilizada no estudo.
- No segundo capítulo apresentamos a importância das atividades experimentais no ensino de Física, tanto nos anos iniciais como nos anos finais da educação. Explicamos que é o conhecimento físico segundo a perspectiva apresentada por Piaget (KAMII e DEVRIES, 1991) para melhorar o aprendizado, onde a criança irá aprender a partir de sua ação e observação do objeto de estudo. Para esses experimentos de conhecimento físico, é importante que o aluno consiga manipulá-los, assim, uma vez que é importante o acesso do estudante ao material, aprofundamos a discussão sobre os experimentos de baixo custo. E explicamos e

analisamos as abordagens pedagógicas do laboratório didático (tradicional, divergente, demonstrativo, de redescoberta, biblioteca e investigativo), sendo o laboratório didático investigativo o principal objeto de estudo desse trabalho.

- No terceiro capítulo explicamos a montagem dos experimentos, bem como os conceitos de eletrostática que podem ser observados.
- No quarto capítulo apresentamos as oficinas realizadas, bem como algumas reflexões sobre a prática docente. A partir de oficinas investigativas com experimentos de baixo custo, feitas na Escola 1<sup>1</sup> para alunos do 4º ano e na Escola 2<sup>2</sup> para alunos do 9º ano, fizemos um estudo comparativo sobre a viabilidade didática dessas atividades na educação básica. Concluindo que a partir desse laboratório podemos apresentar o conteúdo respeitando o estágio intelectual do aluno, fazendo com que ele entenda os fenômenos apresentados nos experimentos de forma significativa.
- Por fim, no quinto capítulo são apresentadas algumas considerações em relação ao desenvolvimento do trabalho.

---

<sup>1</sup>Escola 1 – Escola de Ensino Fundamental I, atende aos primeiros anos da Educação Básica (1º ao 5º ano, correspondendo a faixa etária de 6 a 11 anos), localizada no município de Rio Claro – SP

<sup>2</sup>Escola 2 – Escola de Ensino Fundamental II (5º ao 9º ano, correspondente à faixa etária de 10 a 15 anos), localizada no município de Rio Claro - SP

## 1. OBJETIVOS E METODOLOGIA

Esse trabalho tem como objetivo:

- (a) Discutir a importância de atividades experimentais para o Ensino de Física;
- (b) Analisar os diferentes tipos possíveis de laboratórios didáticos e em particular como a proposta deste trabalho pode ser considerada;
- (c) Discutir as implicações da utilização de experimentos de baixo custo para o Ensino de Física em diferentes níveis educacionais;
- (d) Elaborar uma sequência didática com características experimentais e investigativas com a temática eletrostática. A qual é inspirada na proposta feita por Kamii e Devries (1991, p. 70) e Carvalho et al. (2009, p. 40):
  - Propõe-se um problema para os alunos (para ser resolvido a partir dos experimentos de eletrostática); assim, eles agirão sobre os objetos afim de ver como eles reagem e descobrir como obter o efeito desejado;
  - Após todos os alunos resolverem a problemática, serão feitas perguntas para que eles expliquem o que fizeram, e tomem consciência do que foi realizado;
  - Depois são feitas perguntas que instiguem os alunos a pensar criticamente, para que deem explicações causais e entendam os fenômenos observados de forma científica;
  - Solicita-se um relatório, em que devem escrever e desenhar o que ocorreu na aula;
  - E, por fim, relaciona-se a atividade com fenômenos observados no cotidiano.
- (e) Realizar um estudo comparativo sobre a viabilidade didática dessa proposta de ensino para aplicação nos ensinos fundamental I e II;

## 2. IMPORTÂNCIA DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA

O ensino de Física puramente expositivo dificilmente prende a atenção do aluno, por ser, muitas vezes de difícil compreensão, o que dificulta o ensinamento dos conceitos teóricos.

Na Física os fenômenos estudados são traduzidos em conceitos abstratos tratando de propriedades que não são observáveis a olho nu. Entretanto aulas experimentais podem resgatar a presença dos fenômenos, que a partir de observações diretas, proporcionariam uma base para que os conceitos sejam compreendidos, podendo obter um melhor entendimento, ou referências para esse entendimento.

Por isso, como destacado por Andrade (2010, p. 19), o laboratório didático apresenta um papel importante na formação do aluno, principalmente por colocá-lo em contato com os fenômenos descritos por leis e teorias que foram construídos pela ciência.

Há que se considerar também o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Na década de 70, quando houve o surgimento das ideias de Piaget no Brasil, pesquisas procuravam reproduzir as observações deste teórico com amostras de estudantes brasileiros, para determinar em qual período de desenvolvimento cognitivo os alunos do ensino médio estavam (FERREIRA, 1978, p. 5). O estudo concluiu que a maioria deles encontravam-se na fase concreta, tendo assim dificuldade em raciocinar com hipóteses abstratas, sendo necessário o uso de materiais concretos para ensinar os conceitos e fórmulas matemáticas. A experimentação parecia assim uma solução essencial para esses alunos, com destaque para tais materiais didáticos e procedimentos de ensino.

Entretanto os professores, mesmo atribuindo importância para as aulas experimentais, nem sempre utilizam os laboratórios para ensinar Física. Na cidade de Rio Claro, quando tive a oportunidade de estagiar em quatro escolas (seja pelo projeto PIBID Física<sup>3</sup> como também nas atividades de estágio supervisionado da Licenciatura), pude observar diretamente essa mesma problemática, pois, até mesmo nas escolas em que haviam salas equipadas com experimentos para o ensino de Física, raramente os equipamentos eram utilizados.

---

<sup>3</sup> PIBID Física - Programa Institucional de Bolsas de iniciação à Docência para formação de professores de Física no qual fiz parte no período (2016 – 2017)

Com o programa PIBID conseguimos recuperar uma sala experimental de Física de uma Escola de Ensino Médio (Escola 3<sup>4</sup>), a qual estava totalmente precarizada, mas, mesmo depois desse trabalho as salas continuaram inutilizadas.

Se as salas experimentais tivessem o uso devido, os alunos certamente poderiam ter mais interesse no conteúdo de Física, e resultaria em um entendimento diferenciado dessa matéria.

Entretanto a utilização de atividades experimentais não deve ficar restrita à existência do laboratório didático. Nota-se, como mencionado por Violin (1979, v. 1, p. 13), que “[...] a falta de laboratório e equipamentos não se constituem nos fatores principais para a omissão de atividades experimentais no ensino de Física. Esta omissão é também característica de professores”.

Os motivos pelos quais os professores alegam não utilizar os equipamentos experimentais podem ser devido à falta de recursos financeiros para a reposição deles e a falta de tempo para realização dessas atividades; além de que muitos desses laboratórios ficam fechados e sem manutenção (MOREIRA, 2015, p. 10).

Como alternativa para enfrentar tais alegações, temos os experimentos de baixo custo, que se baseiam em materiais de fácil acesso e podem ser utilizados em todos os tipos de laboratório, até mesmo em sala de aula. Logo, mesmo com os empecilhos citados acima é possível dar aulas experimentais, as quais são necessárias para o aprendizado.

De acordo com Andrade (2010, p. 21), os resultados providos pelas atividades práticas podem diminuir as dificuldades dos professores em ensinar Física, e dos alunos em aprender, e dessa forma tais práticas são essenciais enriquecendo o processo educacional.

### ***2.1 IMPORTÂNCIA DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE FÍSICA DESDE OS PRIMEIROS ANOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA***

Observa-se que muitos alunos do Ensino Médio tem uma grande dificuldade na aprendizagem dos conceitos de Física, podendo ser minimizado se houvesse o contato

---

<sup>4</sup> Escola 3 – Escola de Ensino Médio, atende os anos finais da Educação Básica (1º ao 3º ano do Ensino Médio, correspondente à faixa etária de 14 a 18 anos), localizada no município de Rio Claro - SP

com os fenômenos físicos já nos primeiros anos da educação. (LIMA; TAKAHASHI, 2013, v. 23, p. 1). Tal possibilidade aproximaria os alunos do fazer científico mais cedo, proporcionando o desenvolvimento cognitivo.

A partir da teoria de David Ausubel (1918-2008), temos que organizadores prévios, ou seja, materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si, facilitam o aprendizado do aluno (MOREIRA, 2005, p. 11). Segundo Moreira (2015):

Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimentos são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos. (MOREIRA, 2015, p. 161)

Assim, baseando-se nas ideias de Ausubel, conceitos de Física podem ser introduzidos nos primeiros anos como materiais introdutórios ajudando a esses alunos a criar referências (conceitos subsunçores) para uma aprendizagem significativa em etapas posteriores, permitindo entender em um nível mais abstrato do que foi ensinado antes de forma significativa.

Outro autor mencionado por Moreira, Jerome Bruner (1915-2016), um dos pesquisadores que estudou a viabilidade do ensino desde os anos iniciais, considerava ser possível ensinar qualquer assunto às crianças independentemente de seu estágio cognitivo (MOREIRA, 2017, p. 81).

Já na década de 1970, Ferreira (1978) mencionava que Bruner, em um de seus trabalhos cita as palavras de Bärbel Inhelder (1913-1997), colaboradora de Piaget, durante a Conferência de Woods Hole.

[...] Do mesmo modo, em relação ao estudo da Física, muita coisa pode ser ensinada com proveito em nível indutivo ou intuitivo, muito mais cedo. Noções básicas desses campos são perfeitamente acessíveis a crianças entre 7 e 10 anos de idade, desde que sejam separadas de sua expressão matemática e estudadas através de materiais que a criança possa manipular pessoalmente. (BRUNER, 1974 apud FERREIRA, 1978, p. 5).

Tais reflexões teóricas apoiam a partir do conhecimento físico, que até as crianças mais novas poderiam ter acesso à conteúdos de Física, o que proporcionaria a elas um ingresso à educação científica mais cedo, podendo tornar a aprendizagem de Física nas fases posteriores mais efetivo. Pois, “nesta abordagem o ensino de Ciências tem por objetivo aproximar o aluno dos elementos do fazer científico, sem a pretensão de formar

cientistas, mas sim proporcionar o desenvolvimento de habilidades cognitivas” (BENETTI, RAMOS e CRUZ, v. 27, p.500).

Pois, o conhecimento dos alunos vai evoluindo, assim os professores dos anos iniciais não precisam se preocuparem em ensinar os significados “exatos” do conteúdo, o que está fora do alcance intelectual dos estudantes.

[...] estamos sempre criando novos significados na tentativa de explicar nosso mundo. A história das Ciências nos mostra essa evolução. Os professores das primeiras séries não precisam estar preocupados em sistematizações fora do alcance dos alunos: assim como a Ciência evolui nos séculos, também nossos alunos irão evoluir e reconstruir novos significados para os fenômenos estudados. (CARVALHO, et al., 2009, p. 13)

De acordo com Rodrigues, Coelho e Aquino (2009), pesquisadores estão buscando alternativas para a inserção do ensino de Ciências desde os primeiros anos escolares. Entretanto nesta fase de escolaridade existem problemas na formação do professor:

[...] Pesquisas apontam para uma deficiência ou ausência de disciplinas de Ciências nos cursos de Pedagogia e nos cursos destinados à formação de professores. Percebe-se, assim, a importância de estudos específicos sobre a formação em Ciências nesse nível de escolaridade. (OSTERMANN, 1999 apud RODRIGUES; COELHO; AQUINO, 2009, v. 26, p. 577).

O que pode acabar gerando uma visão distorcida pelos pedagogos em relação à matéria de Física. Como analisado por Rosa, Perez e Drum (2007, v. 12, p. 362), muitos professores da educação inicial creem que não há como abordar Física com as crianças pois para eles a Física se reduz a cálculos de situações-problemas complexos, enquanto, outros julgam importante o ensino de Física, mas não se sentem aptos a discuti-los.

Entretanto, neste trabalho analisamos uma proposta de ensino de eletrostática, que pode ser implementada na educação das crianças, nos anos iniciais da Educação Básica (Ensino Fundamental I) propiciando o acesso desses alunos a essas noções de Física. A partir da vivência em sala de aula das demonstrações e explicações dos fenômenos de eletrostática que são notados no cotidiano, estimulando o interesse deles pela ciência e possibilitando uma melhora na aprendizagem de Física, promovendo uma alfabetização científica logo nos primeiros anos.

## **2.2. O CONHECIMENTO FÍSICO**

De acordo com Piaget, “todo o conhecimento incluindo a capacidade de raciocinar logicamente, é construído pelo indivíduo na medida em ele age sobre os objetos e pessoas e tenta compreender sua experiência” (KAMII e DEVRIES, 1991, p. 32). Logo, a partir do conhecimento físico, ou seja, na observação na forma em que um objeto se comporta, o estudante pode passar a desenvolver o seu conhecimento lógico-matemático, ao criar relações entre a manipulação do experimento e os fenômenos ocorridos, assim, “a experiência física que a criança acumulou ajuda-a a estruturar sua estrutura lógico-matemática”(KAMII e DEVRIES, 1991, p. 36).

As atividades de conhecimento físico ocorrem pelas observações dos fenômenos ocasionados nos objetos experimentais a partir da manipulação feita neles, assim, o estudante por si só, realiza o experimento, e a partir dele e de questionamentos feitos pelos professores, procura entender o experimento.

Essas atividades são importantes pois, “elas conduzem, sobretudo, não somente ao desenvolvimento do conhecimento nas crianças dos objetos no mundo físico, mas também, ao desenvolvimento de sua inteligência, ou compreensão, em um sentido mais geral” (KAMII e DEVRIES, 1991, p. 29).

Para isso, deve-se escolher experimentos que sigam alguns critérios, como os listados por (KAMII e DEVRIES, 1991, p. 24-25):

1. A criança deve ser capaz de produzir o movimento por sua própria ação: Como explicado anteriormente, as atividades de conhecimento físico têm como parte fundamental a ação e a observação dos fenômenos, para isso, é necessário que a criança faça uma ação e a partir dela obtenha uma resposta do experimento.

Como explicado por Kamii e Devries (1991, p. 24), há experimentos como: “o movimento de objetos provocados por um ímã, [...] é provocado apenas indiretamente pela ação da criança e, primeiramente, pela atração magnética”.

Nas atividades de eletrostática, os fenômenos ocorrem devido a atração e repulsão das cargas elétricas, porém, para que isso aconteça é necessário que os próprios alunos provoquem uma instabilidade nas cargas dos corpos, assim, a manipulação correta dos objetos é causa direta das respostas deles.

2. A criança deve ser capaz de variar sua ação: Como explicado em Kamii e Devries (1991, p. 24) “quando as variações na ação da criança resultam em variações correspondentes da reação do objeto, a criança tem a oportunidade de estruturar essas regularidades”, e isso faz com que a criança compreenda a razão do qual o experimento é realizado.

3. A reação do objeto deve ser visível: Para que a criança possa estruturar uma linha de pensamento a partir da observação dos fenômenos, as reações dos corpos devem ser visíveis.

4. A reação do objeto deve ser imediata: Ao desenvolver uma prática que resulta em uma reação lenta do objeto a ser estudado, os alunos podem ter dificuldade em fazer relações entre a ação com a reação originada no objeto, além de acarretar numa provável dispersão das crianças.

Além desses quatro critérios listados por Kamii e Devries, a partir do estudo de Carvalho et al. (2009), acrescenta-se:

5. Segurança e higiene nas experiências: “o trabalho experimental não está isento de problemas e por isso a segurança é um aspecto fundamental, principalmente quando se trata de crianças pequenas” (CARVALHO et al., 2009, p. 194).

Assim, os experimentos de eletrostática de baixo custo escolhidos para desenvolver as oficinas foram pensados de forma a respeitar esses critérios.

A partir dessas atividades, os alunos não aprendem os significados exatos dos conceitos físicos, já que essa não é a proposta. O objetivo dessas experiências é fazer com que os alunos tenham a oportunidade de pensar criticamente e desenvolver sua inteligência, construindo uma base para o ensino de Física. Aprendendo a partir daquilo que eles já sabem, pois, “qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior” (CARVALHO, 2014, p. 2).

Assim, nas atividades de conhecimento físico, os alunos podem fazer análises e construir hipóteses, as quais são discutidas na sala, desenvolvendo a capacidade de argumentação e suas habilidades cognitivas.

Ou seja, pode-se construir práticas de caráter investigativo, as quais, a partir de um problema inicial, experimental ou teórico (no caso das atividades de conhecimento físico, o problema deve ser experimental), tem como objetivo proporcionar condições dos

alunos trazerem seus conceitos prévios para iniciar os novos, discutirem suas próprias ideias com os colegas e com o professor, passando do conhecimento espontâneo para o científico, adquirindo, a partir da discussão, condições de compreender novos conhecimentos. (CARVALHO, 2014, p. 9)

O que suscita em um melhor entendimento do conteúdo, já que o professor pode a partir do diálogo acompanhar o pensamento científico dos alunos, e ajudá-los, a partir de perguntas, a entenderem os fenômenos ocasionados no experimento.

Pois, a “atividade investigativa sugere uma exploração da realidade, a qual permite o levantamento de hipóteses e o testes das mesmas com a finalidade de aceitá-las ou refutá-las” (ROBERTO; CARVALHO, 2003, p. 4).

Assim, o aluno parte do conhecimento físico, para a interação social com os colegas, o que facilita a aprendizagem pois “os alunos têm condições de se desenvolver potencialmente em termos de conhecimento e habilidades com a orientação dos seus colegas” (CARVALHO, 2014, p. 5) e com o auxílio do professor que faz o intermédio das discussões a partir das perguntas, orientando os alunos, o que potencializa a construção de novos conhecimentos.

Nessa fase da construção social do conhecimento é levado em consideração o conceito de zona de desenvolvimento proximal desenvolvido por Vygotsky:

[...] a zona de desenvolvimento proximal é definida por Vygotsky como a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo, tal como medido por sua capacidade de resolver problemas independentemente, e o seu nível de desenvolvimento potencial, tal como medido por meio da solução de problemas sob orientação (de um adulto, no caso de uma criança) ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1988, p. 27 apud MOREIRA, 2017, p. 114).

Assim, nessas atividades os alunos são colocados em grupos, facilitando a discussão entre eles, e o desenvolvimento do conhecimento, já que “estando todos dentro da mesma zona de desenvolvimento real é muito mais fácil o entendimento entre eles” (CARVALHO, 2014, p. 5)

E no fim da atividade, as discussões são mediadas pelo professor, o qual tem um papel importante na condução dos alunos da zona de desenvolvimento real para o desenvolvimento potencial, pois as questões elaboradas por ele irão orientar os alunos potencializando a construção de novos conhecimentos (CARVALHO, 2014, p. 5).

Observe que nas atividades de conhecimento físico, é necessário que o aluno possa interagir com o experimento de maneira “livre”, ou seja, que não precise de um manual ou roteiro para que ele entenda como funciona o material.

Devido a isso, é provável que algum dos experimentos seja quebrado, sendo necessário utilizar materiais baratos para que eles possam ser repostos sem grande prejuízo.

Assim, laboratórios com equipamentos de alto custo não são viáveis, nem interessantes no ponto de vista pedagógico, já que, para conseguir trabalhar com eles o aluno teria de saber como o mesmo funciona, gastando um certo tempo entendendo o funcionamento ao invés de aprender o conteúdo de física a partir dele.

Além de não permitirem a criança “ousar”, pois “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” (RAMOS, 1990, p. 146), para com isso, eles terem a possibilidade de trabalhar com o material da forma que desejarem, podendo entender o funcionamento do experimento sozinhos, aumentando a sua autonomia e o seu pensamento crítico, possibilitando o desenvolvimento de atitudes científicas.

Com isso, materiais diversos nos são úteis, “enquanto atenderem a uma perspectiva de conhecimento científico, ou seja, que estejam nas montagens para consolidar um conhecimento, e não para falseá-lo” (RAMOS, 1990, p. 146). Assim, os experimentos de baixo custo utilizados devem atender ao propósito, eles devem funcionar devidamente, de forma “clara” para que a criança enxergue os fenômenos e entenda os conceitos em volta dele. E sendo fáceis de manusear ela consegue um acesso mais “limpo” ao conhecimento.

Logo, como visto em Trumper (2003, p. 654 apud LABURÚ, SILVA e BARROS, 2006, v. 25, p. 170), temos que “em laboratórios com materiais delicados e caros é problemático utilizar estilos de instrução baseados em investigação e o estilo “receita de cozinha” ou “passo a passo”, torna-se o mais adequado, senão o único possível para este fim”.

Mas, mesmo em práticas de laboratório Tradicional, onde há um roteiro, utilizar equipamentos sofisticados pode ser complicado, pois o professor deve saber como

utilizá-lo, ou deve ter um técnico na sala que explique e ajude os alunos, fazendo-se necessário um consumo elevado de tempo para desempenhar uma atividade.

Presenciei essa problemática enquanto realizava o estágio pelo programa PIBID em uma outra Escola de Ensino Médio (Escola 4<sup>5</sup>) onde haviam aulas experimentais de física com um espaço próprio. Este era equipado com experimentos sofisticados, porém, a professora não os usava pois não sabia manipulá-los e tinha medo de quebrá-los. Devido a isso, a professora utilizava experimentos de baixo custo, deixando os equipamentos que estavam na sala inutilizados.

Segundo Laburú, Silva e Barros (2006), pode-se concluir que:

a construção dos equipamentos e realização operacional dos experimentos de baixo custo são planejadas para estar ao alcance de professores e alunos. Essa condição favorece a relação de ambos com os materiais, na medida em que não há dificuldades para trabalhar com eles. Do lado do professor, tem-se a segurança de trabalhar com equipamentos de seu completo domínio, tanto no que se refere à manipulação como à teorização envolvida com o mesmo. Do lado dos alunos, além da característica anterior também estar presente, a atividade experimental permite deslocar a concentração para a relação experimento-teoria e não para a necessidade de dominar técnicas e manejo de instrumentos. (LABURÚ, SILVA e BARROS, 2006, v. 25, p. 170-171).

A partir dos experimentos de baixo custo podemos resolver as dificuldades mencionadas anteriormente, e proporcionar atividades empíricas, resultando em um desenvolvimento do conhecimento do aluno de maneira mais eficiente.

Pois, como mencionado por Ramos (1990):

Com este tipo de material, consideramos ainda a possibilidade de o próprio sujeito ir além da mera reprodução, fazendo alterações, adaptações, invenções,... com tal montagem. [...] vemos com interesse todos os níveis de interação, desde o simples manuseio até as possibilidades de alterações e invenções. Nesta perspectiva de trabalho, o conhecimento é colocado à disposição do sujeito. (Ramos, 1990, p. 148)

Assim, os materiais de baixo custo são adequados para a utilização em atividades de conhecimento físico – assim como são possíveis de serem trabalhados em diversos tipos de laboratórios – pois os alunos podem manuseá-los livremente.

### **2.3. TIPOS DE LABORATÓRIO**

---

<sup>5</sup> Escola 4 - Outra Escola de Ensino Médio que atende os anos finais da Educação Básica (1º ao 3º ano do Ensino Médio, correspondente à faixa etária de 14 a 18 anos), localizada no município de Rio Claro - SP

Apresento algumas reflexões e análises sobre a viabilidade pedagógica e as implicações no ensino de alguns laboratórios didático de Física.

Os laboratórios apresentados são: tradicional, divergente, demonstrativo, biblioteca, de redescoberta e investigativo.

#### a) Laboratório Didático Tradicional

O laboratório didático Tradicional é um dos tipos de procedimento para laboratórios didáticos mais utilizados em aulas experimentais no ensino básico e no ensino superior.

Esse tipo de laboratório tem um caráter estruturado, contendo um manual/roteiro com o passo a passo que o aluno deve seguir, ou seja, há uma “receita” para chegar ao seu objetivo, que em geral é comprovar uma lei física.

Assim, o discente reproduz o que é pedido no manual/roteiro focando majoritariamente em entender como manipular o experimento para obter os resultados desejados, tornando a atividade mecânica, não propiciando uma reflexão sobre o que está sendo estudado, o que o torna muitas vezes insuficiente para a aprendizagem do conteúdo.

Além dessa estruturação, outra característica do laboratório é a ênfase dada às medidas experimentais (ANDRADE, 2010, p. 60). Pois, o que é interpretado como um experimento bem executado é o percentual do erro encontrado, focando-se no resultado quantitativo da atividade.

Isso faz com que o entendimento do resultado acabe sendo secundário, como mostrado pelo Andrade (2010, p. 61) onde ele afirma que essa abordagem laboratorial vem recebendo muitas críticas por consumir muito tempo em tratamento de medidas, deixando de lado a interpretação e o significado dos resultados e da atividade em geral.

Logo, o laboratório gera o pensamento de que a partir de observações sucessivas dos resultados dos fenômenos pode-se chegar em uma verdade dita como absoluta e imutável.

Devido a isso, nessa prática “a ciência é vista nos moldes cientificistas como um algoritmo infalível, no qual qualquer pessoa que se dispor a experimentar deve chegar aos mesmos resultados e para isso devem percorrer os mesmos caminhos”. (ANDRADE, 2010, p. 61).

Assim, para a realização das atividades seria importante deixar explícito que o cientista que desenvolveu a lei passou por várias tentativas e erros, além dele ter concepções, as quais fizeram com que desenvolvesse o método estudado.

A meta desse laboratório é a elaboração dos relatórios, onde neles são contidas as medidas obtidas, juntamente com os erros percentuais ocasionados, o método utilizado, a descrição do aparelho experimental, a análise feita da atividade e dos resultados dela, o qual é a lei que se busca comprovar/verificar (ANDRADE, 2010, p. 60).

Logo, é analisado pelo professor se o aluno fez a atividade conforme o roteiro e se ele chegou a um bom resultado experimental.

Desse modo, o laboratório didático Tradicional, prioriza o manuseio do experimento - o que gera um conhecimento acerca do material utilizado - e os resultados experimentais obtidos a partir do seguimento do roteiro.

Fazendo com que o aluno não tenha uma participação efetiva na atividade, sendo um método experimental não muito eficaz no desenvolvimento de um aprendizado significativo do conceito físico estudado.

#### b) Laboratório didático Divergente

Esse tipo de laboratório diverge do laboratório didático Tradicional, por não ter um roteiro/manual que deva ser seguido.

O laboratório é composto por duas fases, onde, na primeira, os alunos irão aprender como funcionam os equipamentos de medida e farão uma série de tarefas comuns a todos, para adquirirem habilidades referentes à manipulação dos experimentos.

A partir disso, o aluno poderá escolher uma área de aprofundamento. Logo, teremos diferentes laboratórios (FERREIRA, 1978, p. 21), o que faz necessário um laboratório bem equipado. (ROSA, 2003, p. 101).

Então, inicia-se a segunda fase dessa atividade, onde o aluno levantará hipóteses acerca dos objetivos do laboratório que ele decidiu trabalhar, e iniciará a fazer as medidas necessárias para comprovar as hipóteses levantadas (ANDRADE, 2010, p. 62-63).

Para isso, o professor irá acompanhar as etapas feitas pelos alunos, discutindo com eles as hipóteses geradas, verificando os erros e acertos e legitimando o processo que o aluno irá seguir.

Como mencionado por Andrade (2010, p. 63), esse laboratório ainda tem passagens estruturantes que colocam o aluno como executor, pois “[...] os alunos assumem o papel de executor perante a prática experimental devido ao fato de terem que percorrer, com sucesso, as duas etapas da experimentação”, e o professor passa a ser o orientador e legitimador das etapas.

Segundo Rosa (2003, p. 101) “o envolvimento do aluno é completo uma vez que ele é o responsável pelo desenvolvimento de sua investigação”, assim, o aluno consegue uma maior liberdade e autonomia para fazer o experimento, sendo ele o principal agente no processo de aprendizagem.

#### c) Laboratório didático Demonstrativo

O laboratório didático Demonstrativo, ou de cátedra (FERREIRA, 1978) tem como objetivo aumentar ou despertar o interesse do aluno acerca do conteúdo que está sendo estudado, e facilitar a aprendizagem deste a partir da observação do experimento.

Com isso, “o professor assume o papel de reproduzidor da ciência, sendo ele o único a interagir com o aparato experimental, além de deter todo o conhecimento que envolve a experimentação” (ANDRADE, 2010, p. 64).

O que faz, segundo Ferreira (1978, p. 14) esse tipo de laboratório ser mais interessante ao professor, que o utiliza na maioria das vezes para tentar solucionar os seus problemas de ensino ao se deparar com um conteúdo mais abstrato ou maçante.

Assim, o laboratório Demonstrativo mesmo sendo mais relevante ao professor, pode acabar estimulando o interesse dos alunos. Porém, para um entendimento eficaz da matéria, seria necessário que ele propiciasse um pensamento crítico sobre o objeto de estudo, onde o aluno levantasse hipóteses, verificando os seus erros e acertos.

Os alunos ao serem considerados somente um receptor do conteúdo, podem gerar conclusões errôneas, já que carregam concepções que afetam as suas noções sobre o mundo.

#### d) Laboratório didático Biblioteca

O laboratório didático Biblioteca, tem esse nome por fazer alusão a uma biblioteca, onde ao invés dos livros, há vários experimentos de Física à disposição dos alunos, para que eles possam manipulá-los a qualquer hora.

Esses experimentos são na maioria das vezes simples e rápidos de serem feitos, contido neles um manual/roteiro para o aluno seguir.

Assim, o professor tem o papel de verificar se o discente está fazendo corretamente os passos necessários para a resolução do experimento.

Por fim, é necessário o relatório experimental, o qual o professor irá corrigir, verificando possíveis erros.

Esse tipo de laboratório visa fazer com que os alunos consigam realizar experimentos, aumentando as suas habilidades com a obtenção de medidas, e o seu repertório de atividades experimentais.

Observa-se que o laboratório é muito parecido com o Tradicional, mas estabelece uma maior autonomia para o aluno, já que ele pode escolher qual experimento fazer e em qual horário deseja realizá-lo, assim, caso ele queira observar algum fenômeno físico ele pode consultar a “biblioteca”.

Além disso, esse tipo de laboratório pode contribuir bastante para a aula do professor, pois, ele poderá pegar o experimento na hora que desejar e utilizá-lo para demonstrar algum fenômeno físico. (FERREIRA, 1978, p. 26).

#### e) Laboratório didático de Redescoberta

Esse laboratório leva o nome de redescoberta, pois o aluno deverá a partir dos equipamentos de medida fornecidos para ele, conseguir comprovar/verificar alguma lei de física refazendo os passos que os cientistas que a postularam fizeram, de forma autônoma.

O papel do professor no laboratório é de apenas orientar o aluno, que deverá a partir de seus conhecimentos conseguir reproduzir o experimento, “redescobrando” a lei que ele deseja verificar. (ANDRADE, 2010, p. 68).

Sabe-se que descobrir por si só como fazer os passos dos cientistas que postularam as leis não é fácil, assim, o aluno poderá se sentir frustrado caso não consiga

realizar o experimento. Então, é necessário que ele tenha um vasto conhecimento sobre a física envolvida na experiência, e saiba como manipular os aparatos experimentais.

Como mencionado por Ferreira (1978, p. 28), esse tipo de laboratório traz bastante divergências, por se tratar de uma atividade complexa, pois, ao pensarmos no período de elaboração de uma lei física, é inviável que com uma orientação do professor, a criança consiga por si só, elaborar e organizar com clareza os passos para chegar na solução estabelecida.

Assim, deve-se ser realista e não esperar com que aluno consiga executar um experimento abstrato, logo, o resultado que o aluno precisa alcançar deve ser simples de solucionar.

Portanto, esse tipo de laboratório é inviável para alunos dos anos iniciais, sendo, mais factível aos alunos dos anos finais, que já, em teoria, tem uma maior quantidade de conhecimento de física.

Com isso, o estudante conseguirá vivenciar parte dos problemas e dificuldades que esses cientistas tiveram para chegar naquele conceito. Porém, o estudante não irá participar da negociação do saber, já que é dado a ele a lei que se deve verificar/comprovar (ANDRADE, 2010, p. 68-69).

#### f) Laboratório didático Investigativo

Nas atividades investigativas o professor passa a ser o mediador do processo de aprendizagem dos alunos, e estes passam a construir o seu conhecimento de forma coletiva, compartilhando suas hipóteses obtidas a partir de suas ações e levando às conclusões acerca dos fenômenos observados nos experimentos propostos. (ANDRADE, 2010, p. 27).

Assim, os experimentos selecionados para esse tipo de atividade devem propiciar a discussão entre os alunos, fazendo com que eles proponham soluções que construam o seu conhecimento científico.

Como esse tipo de laboratório tem um caráter aberto, o seu desenvolvimento precisa da participação ativa do aluno, assim, ele deve se sentir seguro e incentivado a fazer e expor as suas reflexões sobre o experimento estudado.

Com isso, pelo fato de não haver uma descrição do que deve ser feito e qual a conclusão que se deve chegar, uma das consequências é o aluno não alcançar uma conclusão correta.

Para isso, as perguntas do professor responsável devem incentivar o aluno a obter o raciocínio correto para a explicação dos fenômenos físicos, possibilitando o pensamento crítico sobre o que foi observado.

Dessa forma, enquanto o aluno constrói os seus argumentos o professor deve, a partir das perguntas, fazer com que a criança questione o que foi exposto por ela e compreenda o que faz seu argumento estar correto ou não.

Mas, para conseguir com que o aluno participe ativamente da atividade proposta, o docente deve criar uma problemática que instigue o estudante a se interessar para a resolução do experimento, obtendo uma ação e reflexão do discente para encontrar a resposta.

Então, ao fim da atividade deve ser feita uma retomada do ocorrido a partir das perguntas do professor sobre o que foi feito para realizar o fenômeno desejado, e o motivo pelo qual ele ocorreu.

Propiciando, assim, a construção da relação da ação e reação do objeto, fazendo com que o aluno faça reflexões e levante hipóteses, possibilitando a compreensão e conceituação do fenômeno físico.

Observa-se que como mencionado por Carvalho et al. (2009, p. 23), “a conceituação é um processo que se inicia com a reconstrução da própria ação e, depois, vai evoluindo para as sequências exteriores, permitindo uma elaboração gradativa de noções necessárias para a explicação dos fenômenos.”

Por fim, o aluno deve registrar o que foi feito, permitindo novamente a reflexão deste para todo o percurso que foi tomado para a compreensão do resultado observado.

Assim, no laboratório investigativo podemos verificar a construção do saber do aluno, o que torna essa atividade um meio mais eficiente de construir e obter o conhecimento científico dos discentes.

Essas atividades diferenciam-se muito da aula expositiva, exatamente por fazer com que os alunos sejam os agentes do pensamento. Como descrito por Carvalho (2014):

[...] esse fato – propor um problema para que os alunos possam resolvê-lo – vai ser o divisor de águas entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino em que proporciona condições para que o aluno possa raciocinar e construir seu conhecimento. No ensino expositivo toda a linha de raciocínio está com o professor, o aluno só segue e procura entendê-la, mas não é o agente do pensamento. Ao fazer uma questão, ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno[...] (CARVALHO, 2014, p. 2)

E também se diferenciam de vários outros tipos de laboratórios que não fazem os alunos pensarem de forma crítica e autônoma:

[...] práticas desenvolvidas nos laboratórios didáticos de Física, [...] contemplam, em sua maioria, práticas que visam à confirmação de leis ou teorias, a constatação de fórmulas matemáticas que pouco contribuem para a formação dos que estão sujeitos a estas práticas, disseminando a ciência como sendo verdadeira, infalível e neutra, no qual o cientista surge como um ser genial e livre de qualquer crença. (ANDRADE, 2010, p. 18).

Com o uso desse tipo de laboratório por meio de atividades de conhecimento físico de eletrostática para o ensino fundamental, podemos inserir conceitos físicos nos primeiros anos fazendo com que os alunos pensem de forma crítica com o que eles sabem, levando em consideração o desenvolvimento intelectual da criança.

### 3. OS EXPERIMENTOS NAS OFICINAS

Os experimentos utilizados nas oficinas foram o Canudinho Eletrostático, o Pêndulo Eletrostático Simples e o Eletroscópio, onde os dois últimos foram desenvolvidos pelo professor doutor Noberto Cardoso Ferreira, em sua dissertação de mestrado em Ciências (1978).

Os fenômenos ocasionados nos experimentos são devido à eletrização deles. Para entender os processos de eletrização deve-se compreender a estrutura da matéria, a qual é formada de átomos.

O átomo tem um núcleo composto por prótons (carga positiva), nêutrons (não possuem carga), e ao redor do núcleo há os elétrons (carga negativa).

Algumas características e propriedades importantes das cargas elétricas são:

- A carga elétrica se conserva (Lei da Conservação da Carga Elétrica) (TIPLER e MOSCA, 2006, p. 3). Logo, se em um sistema isolado ocorrer a eletrização entre dois corpos, a quantidade de cargas elétricas transferida de um objeto vai ser igual a recebida pelo outro.
- A carga ( $Q$ ) é uma grandeza quantizada, pois ela só assume valores iguais a um número inteiro ( $N$ ) multiplicado pela unidade fundamental de carga elétrica ( $e$ ), ou seja:

$$Q = \pm N.e \quad [1]$$

Onde,  $Q$  é a quantidade de carga,  $N$  é um número inteiro, e ( $e$ ) é a unidade fundamental, sendo:

Elétron:  $e = - 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Próton:  $e = + 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

- Objetos com cargas elétricas de mesmo sinal se repelem, e objetos com cargas elétricas de sinais opostos se atraem.

Segundo a lei de Coulomb, temos que, os elétrons que se encontram mais próximos do núcleo sentem uma atração eletrostática maior do que aqueles mais distantes.

Assim, nos objetos condutores, os elétrons da camada de valência<sup>6</sup>, ou seja os elétrons que estão mais fracamente ligados aos átomos, podem se movimentar livremente, e nos objetos isolantes, “todos os elétrons estão unidos nas vizinhanças do átomo e não podem se mover livremente” (TIPLER e MOSCA, 2006, p. 5).

Para nosso trabalho, apresentamos como os experimentos foram construídos, quais são os conceitos físicos que podem ser abordados por eles, como ocorrem os fenômenos observados neles e como os fenômenos eletrostáticos são perceptíveis no cotidiano dos alunos.

## ATIVIDADE 1: CANUDO ELETROSTÁTICO

O Canudo Eletrostático foi estudado na Escola 1, para alunos do 4º ano, e na Escola 2 para alunos do 9º ano.

a) Materiais necessários para o experimento:

- Canudos de plástico;
- Papel higiênico.

---

<sup>6</sup> Camada de valência é a última camada do átomo a receber elétrons, sendo a mais distante do núcleo atômico.

Figura 1 – Materiais utilizados no experimento do Canudo Eletrostático (papel higiênico e canudos de plástico)



Fonte: Autoral (2018)

b) Conceitos físicos que podem ser abordados com o experimento:

- Eletrização por atrito;
- Materiais condutores e isolantes;
- Indução eletrostática;
- Força elétrica;
- Campo elétrico;
- Potencial elétrico.

c) Fenômenos relacionados com os conceitos físicos que podem ser abordados com o experimento:

O intuito desse experimento é fazer com que o canudo fixe temporariamente na parede a partir de sua eletrização.

Para eletrizar o canudo de plástico é necessário friccioná-lo com o papel higiênico, fazendo com que os elétrons passem de um material para outro, ocorrendo uma eletrização por atrito.

Tomando como base a série triboelétrica, o canudo (plástico) receberá elétrons ficando eletrizado negativamente e o papel transferirá elétrons, eletrizando-se positivamente.

Figura 2 - Série Triboelétrica

|                                   |
|-----------------------------------|
| (+) Extremidade Positiva da Série |
| Amianto                           |
| Vidro                             |
| Náilon                            |
| Madeira                           |
| Couro                             |
| Prata                             |
| Alumínio                          |
| Papel                             |
| Algodão                           |
| Aço                               |
| Plástico                          |
| Níquel e cobre                    |
| Bronze e prata                    |
| Borracha sintética                |
| Orlon (tipo de acrílico)          |
| Saran (tipo de plástico)          |
| Polietileno                       |
| Teflon                            |
| Borracha de silicone              |
| (-) Extremidade Negativa da Série |

Fonte: Tipler e Mosca (2006, p. 2)

Para que esse tipo de eletrização ocorra, os corpos devem ser feitos de materiais diferentes e precisam ser atritados. Observa-se que “quanto mais baixo o material se encontra nessa série, maior será sua afinidade com os elétrons” (TIPLER e MOSCA, 2006, p. 3), assim, o canudo de plástico recebe elétrons do papel higiênico.

Caso ambos os corpos sejam condutores elétricos, faz-se necessário que os materiais estejam isolados eletricamente, pois caso contrário, eles irão se neutralizar rapidamente perdendo ou ganhando elétrons do ambiente.

Assim, ao aproximar o papel higiênico da parede, o mesmo cairá por ser condutor, não se mantendo eletrizado por muito tempo.

Ao aproximar o canudo eletrizado da parede, ele pode ficar fixado.

Isso ocorre, pois o canudo de plástico é um isolante, o que faz aparecer “bolsões de carga” (cargas em excesso em algumas regiões), e quando ficar suficientemente

próximo da parede, as cargas negativas da parede irão se afastar, esse fenômeno denomina-se indução eletrostática, e isso faz com que o canudo fique eletricamente fixo nela.

Nos fenômenos eletrostáticos, o campo elétrico e o potencial elétrico sempre estão presentes. Nesse caso, ao eletrizar o canudo, aparece um campo elétrico ao seu redor, gerando energia suficiente para as cargas da parede se movimentarem, ou seja, a diferença de potencial elétrico entre os dois corpos é alta o suficiente para o canudo ficar eletricamente fixo.

Porém, caso o canudo não seja bem eletrizado, ele não terá cargas suficientes para gerar uma força elétrica intensa o bastante para fixá-lo na parede por muito tempo.

## ATIVIDADE 2: PÊNDULO ELETROSTÁTICO SIMPLES

Esse experimento tem a finalidade de detectar cargas elétricas em um corpo. Ele foi estudado na Escola 1 para os alunos do 4º ano, e na Escola 2 para os alunos do 9º ano.

### a) Construção do experimento:

Para a construção do pêndulo eletrostático simples foram necessárias as ferramentas:

- Fita adesiva;
- Tesoura.

E os materiais:

- 01 Canudo de plástico dobrável;
- Fio de náilon (10 cm);
- Papel alumínio (3 cm<sup>2</sup>);
- 01 Copo de café de plástico;
- Gesso;
- 01 Colchete nº18;
- Massinha de modelar (4 cm).

A montagem do experimento foi realizada da seguinte maneira:

A base do experimento é feita a partir de um copo de plástico de café, onde foi colocado o gesso para fixar o colchete nº18. Essa base também pode ser simplesmente um pedaço de massinha de modelar.

Então, foi colada, a partir de uma fita adesiva, uma extremidade do fio de náilon junto ao canudo dobrável e a outra extremidade a um disco feito a partir do papel alumínio (2 cm de diâmetro).

Por fim, o canudo foi fixado na base de gesso, colocando-o no colchete nº18, e caso seja utilizado a massa de modelar, faz-se necessário grudá-lo na massinha.

Figura 4 - Pêndulo Eletrostático Simples de baixo custo usado nas oficinas



Fonte: Autoral (2018)

b) Conceitos físicos que podem ser abordados com o experimento:

- Eletrização por atrito;
- Eletrização por contato;
- Eletrização por indução;
- Materiais condutores e isolantes;
- Indução eletrostática;
- Força elétrica;

- Campo elétrico;
- Potencial elétrico;
- Poder das pontas;

c) Fenômenos relacionados com os conceitos físicos que podem ser abordados com o experimento:

Para fazer com que a esfera de alumínio se movimente é necessário eletrizar o canudo de plástico por atrito, como feito no experimento anterior.

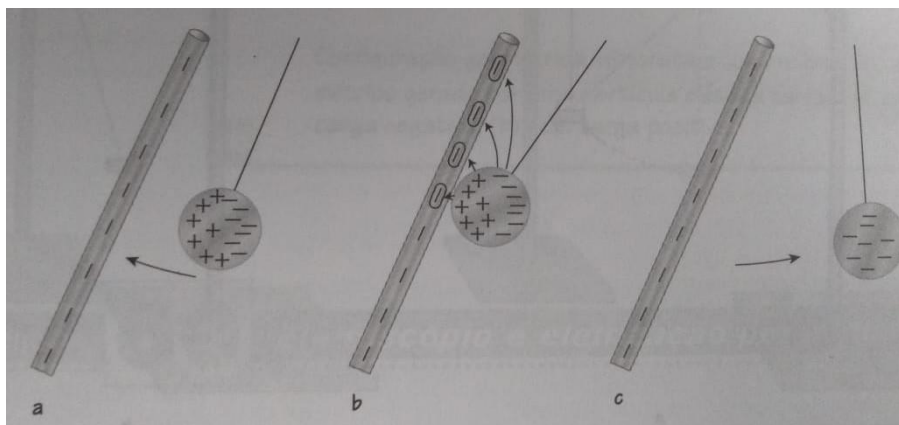
Com isso, quando aproximamos o canudo eletrizado negativamente do papel alumínio neutro, o papel passa a ser induzido, ou seja, as suas cargas negativas são repelidas, fazendo com que as cargas de sinais opostos fiquem mais próximas.

Assim, passa a ocorrer uma força de atração entre ambos (maior que a força de repulsão) e o pêndulo passa a se aproximar do canudo.

Quando o papel alumínio toca no canudo, há passagem de elétrons do canudo para o papel, isso ocorre pelo fato do papel alumínio ser condutor elétrico, tendo facilidade para se eletrizar.

Portanto, ocorre uma eletrização por contato, com isso o papel alumínio e o canudo ficam com cargas de mesmo sinal, fazendo com que o papel se afaste do canudo.

Figura 5 - Representação das cargas elétricas no experimento: (a) o disco de alumínio neutro é atraído pelo canudo eletrizado; (b) ocorre a eletrização por contato, parte da carga elétrica do canudo passa para o disco de alumínio; (c) ambos os objetos passam a ficar eletrizados com cargas de mesmo sinal, e o disco de alumínio passa a ser repelido.



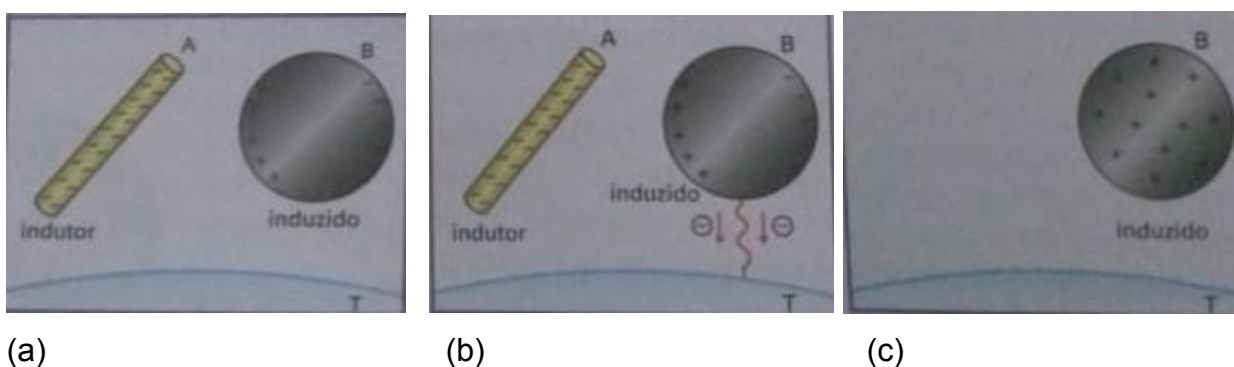
Fonte: Gaspar (2005, p. 227)

Também pode ser feito nesse experimento a eletrização por indução.

Para isso, é necessário que ao aproximar o canudo eletrizado do papel alumínio ainda neutro, seja colocado em contato com o papel um fio terra, o qual pode ser sua mão (por ser condutora).

Devido ao contato, as cargas de mesmo sinal que as do canudo ficam neutralizadas, assim, ao retirar a mão, o papel ficará eletrizado com as cargas de sinais opostos ao do canudo.

Figura 6 – Eletrização por indução: (a) o indutor se aproxima do disco de alumínio, (b) o fio terra neutraliza o disco de alumínio, (c) o disco de alumínio fica eletrizado com cargas de sinal contrário ao do canudo de plástico.



Fonte: Gaspar (2005, p. 404)

Devido a esses fenômenos, o campo elétrico e o potencial elétrico são notados como descrito por Gaspar (2005):

Dizemos que ao eletrizar-se, o canudo cria um campo elétrico ao seu redor. Antes de o canudo chegar no disco, chega a este o campo elétrico que circunda o canudo eletrizado. Assim, dizemos que a interação entre o canudo eletrizado e o disco [...] é mediada pelo campo elétrico. (GASPAR, 2005, p. 414).

Esse campo realiza um trabalho, fazendo o pêndulo se movimentar, verificando-se que a diferença de potencial entre os dois pontos é alta o suficiente para o fenômeno ser notado no papel alumínio.

Podemos notar pelo pêndulo eletrostático, que quanto menor a distância entre dois corpos de cargas elétricas diferentes, maior é a força de atração entre eles, ou seja, maior

é a força elétrica. Pois quanto mais próximo o canudo eletrizado está da esfera de alumínio, maior é a interação entre elas.

Por fim, ao observar com cautela o experimento, nota-se que ao aproximar o canudo eletrizado da esfera de papel alumínio neutra, ela primeiramente vira se alinhando ao canudo, pois, após ser induzida, acumulam-se nas suas extremidades as cargas elétricas, devido o poder das pontas<sup>7</sup>.

Observa-se também, que muitas vezes, mesmo o papel de alumínio sendo bem circular, ele acaba fixando-se no canudo, isso ocorre quando o canudo não é suficientemente eletrizado (GASPAR, 2005, p. 228).

### ATIVIDADE 3: ELETROSCÓPIO

Os livros didáticos normalmente citam o eletroscópio feito com folhas de ouro, os quais são caros, sendo inviável para muitas escolas.

Então, para as oficinas foram feitos eletroscópios de baixo custo que funcionam adequadamente para o propósito, e podem ser facilmente construídos pelos professores ou pelos alunos.

Esse experimento foi estudado na Escola 2 para os alunos do 9º ano.

#### a) Construção do experimento:

Para a construção do experimento foram necessárias as ferramentas:

- Fita adesiva;
- Tesoura;
- Estilete.

E os materiais:

- 01 Canudo de plástico reto;
- Papel cartão (aproximadamente 40 cm x 20 cm);

---

<sup>7</sup> O poder das pontas se dá pelo acúmulo de cargas elétricas que estão em excesso em um corpo condutor. A partir disso, o campo elétrico torna-se mais intenso do que em outras regiões do material.

- 01 Tira de papel de “seda” (10 cm);
- 01 Copo de café de plástico;
- Gesso;
- 02 Colchetes nº18;
- Massinha de modelar (4 cm).

O experimento se constitui de uma base, da “placa”<sup>8</sup> e do disco, como mostrado nas figuras:

Figura 7 - Base utilizada nos experimentos



Fonte: Autoral (2018)

---

<sup>8</sup> “placa” – nomenclatura criada por propósito didático para distinguir uma parte do eletroscópio.

Figura 8 - “placa” do eletroscópio



Fonte: Autoral (2018)

Figura 9 - disco do eletroscópio



Fonte: Autoral (2018)

A montagem do experimento foi feita da seguinte maneira:

A base dele é a mesma base do pêndulo eletrostático simples.

Para a montagem do experimento foi necessário para deixar a “placa” e disco mais firmes, então foi necessário o uso de duas folhas de papel cartão coladas uma a outra.

Para fazer a “placa” do experimento fez-se necessário cortar 15 cm de altura do papel cartão por 4 cm de comprimento, em forma geométrica oval, e com o uso da fita adesiva cola-se a “seda” em uma margem de 3 cm de altura da extremidade desse papel.

Observa-se que como descrito por Assis (2010, p. 138) a palavra “seda” está entre aspas pois os papéis não são feitos de seda, eles só recebem esse nome por terem uma espessura bem fina (para o experimento foi utilizado papel de bala de coco). Por fim, a parte detrás é colada a um canudo de plástico reto com fita adesiva.

Figura 10 - Parte detrás da “placa”



Fonte: Autoral (2018)

Para fazer o disco, o papel cartão é cortado em círculo (4,5 cm de diâmetro) e no centro dele é feito um pequeno corte com estilete para colocar o colchete nº 18, no qual é feito uma dobra, como mostrado na figura (11), para prendê-lo à placa.

Figura 11 - Parte detrás do disco



Fonte: Autoral (2018)

Com isso, fixa-se o canudo na base de gesso, colocando-o no colchete nº18, e caso seja utilizado a massa de modelar, faz-se necessário grudá-lo na massinha.

Figura 12 - Eletroscópio de baixo custo utilizado nas oficinas



Fonte: Autoral (2018)

b) Conceitos físicos que podem ser abordados com o experimento:

- Eletrização por atrito;
- Eletrização por contato;
- Eletrização por indução;

- Materiais condutores e isolantes;
- Polarização;
- Indução eletrostática;
- Campo elétrico;
- Força elétrica;
- Potencial elétrico;
- Poder das pontas;

c) Fenômenos relacionados com os conceitos físicos que podem ser abordados com o experimento:

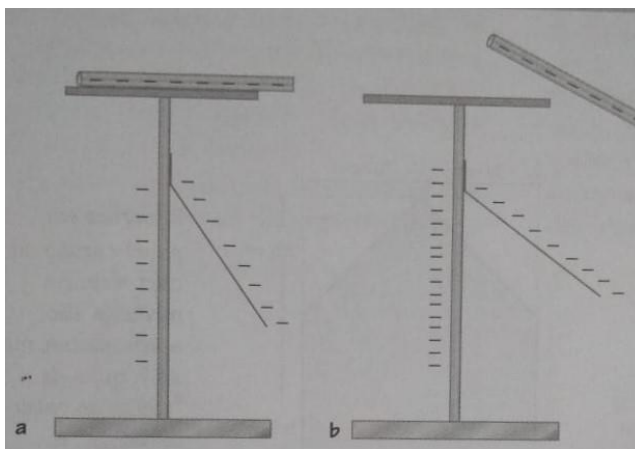
Realizando novamente o primeiro experimento, fazendo com que o canudo de plástico fique eletrizado negativamente, e aproximando-o do disco do eletroscópio neutro, haverá uma indução eletrostática, fazendo com que as cargas negativas do eletroscópio se afastem.

Com isso, o papel de “seda” irá se levantar, pois, ele ficará com um acúmulo de cargas negativas, assim como a “placa”, repelindo-se.

Já ao aproximar o canudo eletrizado da “seda” ao invés do disco, e observando atentamente, percebe-se que a “seda” irá apontar para o canudo antes de subir, pois irá ocorrer um acúmulo de cargas em sua ponta, devido ao poder das pontas.

Para eletrizar o eletroscópio, é necessário passar o canudo eletrizado negativamente por toda a extensão do disco, ou da “placa” do experimento, pois dessa forma as cargas negativas do canudo irão se distribuir pelo eletroscópio, ocorrendo uma eletrização por contato, então, ao afastar o canudo, o experimento ficará eletrizado negativamente, assim a “seda” continuará levantada.

Figura 13 - Eletrização por contato do eletroscópio: (a) passa-se o canudo no disco do experimento, e parte das cargas do canudo ficam no eletroscópio; (b) então o eletroscópio fica eletrizado negativamente, fazendo com que a “seda” fique levantada.



Fonte: Gaspar (2005, p. 239)

A partir disso, ao aproximar materiais neutros da “seda”, haverá uma atração elétrica, e ela irá se levantar ainda mais.

Caso o material aproximado seja um isolante irá ocorrer uma polarização de suas cargas, fazendo com que haja uma assimetria na distribuição das cargas do material, onde as positivas irão se alinhar em direção à “seda” e as negativas em sentido oposto.

Caso o material aproximado seja um condutor elétrico, seus elétrons possuem maior mobilidade, se afastando do experimento.

Ao aproximar materiais eletrizados do experimento eletrizado, caso ambos tenham cargas em excesso de mesmo sinal, ao aproximar o material da “seda”, ela será repelida, no entanto, ao aproximar do disco a “seda” irá se levantar ainda mais, pois as cargas elétricas de sinais contrários se aproximarão do canudo, e as cargas em excesso do eletroscópio ficarão acumuladas na “placa” e na “seda” repelindo-se e levantando.

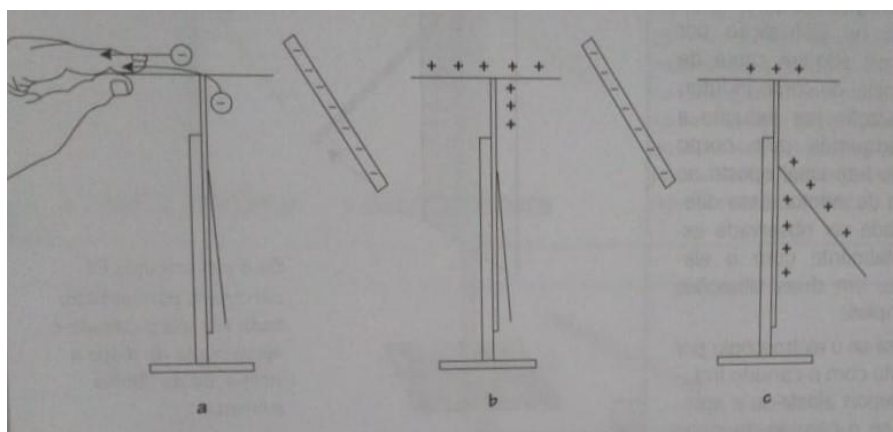
Enquanto que, ao aproximar da “seda” do eletroscópio eletrizado um objeto eletrizado com cargas em excesso de sinais contrários, ela será atraída, e devido ao poder das pontas, primeiramente ela irá “apontar” para o objeto e depois se erguer, caso aproximar esse mesmo objeto do disco, a “seda” abaixará, já que as cargas em excesso do eletroscópio irão se aproximar do objeto.

O experimento também pode ser eletrizado por indução, isso acontece quando o canudo eletrizado negativamente se aproxima do eletroscópio ocorrendo a indução das cargas.

Então, ao tocar com a mão no experimento – por sermos condutor – as cargas negativas irão se neutralizar.

Logo, ao retirar a mão, o eletroscópio ficará eletrizado positivamente, e ao afastar o canudo a “seda” continuará levantada.

Figura 14 – Eletrização por indução: (a) ao aproximar o canudo do eletroscópio as cargas negativas do experimento são repelidas, assim, o fio terra (mão) as neutraliza, (b) ao retirar a mão, o eletroscópio fica eletrizado positivamente, (c) ao retirar o canudo a “seda” continua levantada, por ter cargas de mesmo sinal que a “placa”.



Fonte: Gaspar (2005, p. 237)

Podemos verificar quais materiais são condutores, e quais são isolantes ao encostá-los no disco do experimento enquanto eletrizado.

Caso a “seda” abaixe ao ser encostada à um material, o mesmo é condutor, pois a descarregou. Caso ela continue imóvel, o material é isolante.

Com isso, percebe-se que a maioria dos materiais são condutores, até mesmo aqueles que usualmente se comportam como isolantes.

Isso ocorre pelo fato desses experimentos de eletrostática terem um potencial elétrico muito intenso, fazendo com que quase todos os materiais se tornem condutores quando se aproximam deles.

Em Assis (2010, p. 151) há uma lista dos materiais isolantes para experiências comuns em eletrostática, os quais são: “ar seco, âmbar, plástico, PVC, seda, náilon ou poliamida sintética, vidro aquecido, poliéster, lã, cabelo, tubo de acrílico, isopor, barra de chocolate, óleo de soja de cozinha, café em pó e alguns poucos tipos de borracha”.

E assim como nos outros experimentos a força elétrica, o campo elétrico e o potencial elétrico se mostram presentes. Isso é perceptível pelo fato da “seda” se movimentar quando o canudo é aproximado fazendo com que ocorra uma movimentação das cargas elétricas.

#### d) Considerações sobre o eletroscópio:

O eletroscópio teve grande importância na criação de uma nova área de pesquisa em Física, a radiação cósmica (ASSIS, 2018).

Como explicado em Assis (2018, p. 30), sabe-se que uma das causas da condutividade do ar é a presença de íons na atmosfera, ou seja, partículas eletrizadas. Então, no século XX começaram a serem feitas pesquisas sobre a condutividade elétrica em diferentes altitudes para se descobrir qual a origem da ionização do ar.

Dentre essas pesquisas o trabalho do austríaco-estadunidense Victor Franz Hess (1883-1964) foi fundamental.

Para estudar os raios cósmicos, Hess fez voos de balão levando consigo eletroscópios feitos por Theodor Wulf (1868-1946) no qual a eletrização é indicada pela separação entre os fios condutores.

Hess eletrizava o eletroscópio até uma separação específica entre os dois fios condutores e media o tempo que levava para serem descarregados em função da altitude.

Com isso, encontrou-se que o nível da radiação diminuía até uma altitude de aproximadamente 1 km, aumentando consideravelmente a partir disso. Assim, ele concluiu que a radiação provia do espaço, contrariando muitos pesquisadores da época que achavam que sua origem se encontrava no interior da Terra.

Hess também voou durante um eclipse solar e à noite, concluindo que a fonte da ionização não era o Sol.

Devido a essa descoberta, recebeu o prêmio Nobel de Física em 1936 junto com Carl David Anderson (1905-1991) que descobriu o pósitron em 1932.

### **3.1. OBSERVAÇÕES SOBRE OS EXPERIMENTOS UTILIZADOS NAS OFICINAS**

Os fenômenos de eletrostática podem ser sentidos no dia a dia em diferentes ocasiões, como por exemplo quando desligamos a televisão e logo após aproximamos nosso braço, fazendo com que nosso pelo se arrepie devido as cargas elétricas acumuladas; ou quando usamos roupas de lã, ao retirá-las sentimos nossos pelos sendo puxados, podendo fazer com que levemos um leve choque; ou quando penteamos o cabelo em um dia seco e notamos os fios “arrepiaados” pois eles se eletrizam e se repelem uns dos outros.

Em relação aos experimentos, é importante destacar que no experimento Canudinho Eletrostático, o frequente manuseio do canudo e do papel higiênico, ou simplesmente pela ação do tempo o canudo para de se eletrizar.

Como descrito por Laburú, Silva e Barros (2007, v. 25, p. 176) “[...] com o uso, ou mesmo apenas pela ação do tempo, os plásticos se alteram e começam a não mais eletrizar de forma apropriada, inclusive, tornando-se condutores para as tensões envolvidas nesses tipos de experimentos”, devido a isso é necessário a troca constante dos canudos utilizados. Além disso, em dias muito úmidos é mais difícil realizar os experimentos de eletrostática, pois os corpos tendem a descarregar-se mais rapidamente, já que a resistividade do ar cai, e passa a ser um bom condutor.

#### **4. A REALIZAÇÃO DAS OFICINAS E ALGUMAS REFLEXÕES DOCENTES**

A partir dos experimentos de eletrostática já apresentados, foram feitas oficinas investigativas de conhecimento físico em uma Escola de Ensino Fundamental I e em uma Escola de Ensino Fundamental II.

Onde, o principal objetivo dessas atividades não foram fazer com que os alunos chegassem na concepção exata dos conceitos envolvidos nos experimentos, mas, para que eles pensassem e resolvessem os experimentos a partir daquilo que eles conhecem e entendem.

Para desenvolver essas atividades na sala de aula, os alunos foram inicialmente separados em grupos para facilitar o diálogo entre eles e a percepção dos conceitos em volta do fenômeno ocorrido.

Então, a sequência didática do trabalho e as etapas de ação e reflexão – que podem se sobrepor – foram inspirados nos trabalhos de Kamii e Devries (1991, p. 70) e Carvalho et al. (2009, p. 40), onde as etapas são:

a) O professor propõe o problema: Em cada experimento é apresentado uma problemática para que alunos resolvam e logo após é distribuído para os grupos os experimentos. Deve-se seguir essa ordem, pois os alunos ao terem os materiais em mãos começam a se dispersar;

b) Os alunos agem sobre os objetos para ver como eles reagem: Observa-se que quando os alunos adquirem os experimentos, eles começam a manipulá-lo afim entender como ele funciona, vendo como ele reage a diferentes ações. É importante verificar se todos os membros dos grupos estão tendo a oportunidade de manusear o experimento;

c) Os alunos agem sobre os objetos para obter o efeito desejado: Ao entender como o experimento funciona as crianças começam a tentar resolver o que foi proposto. Com isso, verifica-se o que os alunos estão fazendo, pedindo para que eles mostrem e contem o que realizaram com o experimento;

d) Tomando consciência de como foi produzido o efeito desejado: Após todos os alunos terem feito e encontrado a solução do problema, o material deve ser recolhido para ter uma separação entre as duas partes da atividade e para que não haja uma

possível dispersão. Então é organizado um semicírculo para que todos prestem atenção no que o colega está dizendo e tenham a chance de expor o seu entendimento sobre o experimento.

Para isso, inicialmente são feitas perguntas a fim de entender o que eles fizeram para resolver o problema, logo os alunos passam a descrever o que realizaram, tendo assim uma retomada dos passos utilizados para solucionar o problema;

e) Dando as explicações causais: Nessa etapa, são feitas perguntas que incentivam o aluno a fazer reflexões para entender os fenômenos ocorridos. Assim, “devem aparecer os conflitos entre ideias diferentes que se confrontam ou se complementam para a construção de explicações e argumentos dos alunos”. (MONTEIRO; TEIXEIRA, 2003, v. 21, p. 69);

f) Escrevendo e desenhando: É pedido para que os alunos escrevam e desenhem a experiência.

Não é pedido um relatório-padrão, nem mesmo é escrito na lousa perguntas para serem respondidas, pois conforme relatado por Carvalho et. al. (2009, p. 43) “quando o professor escreve perguntas na lousa, a tendência dos alunos é respondê-las “secamente”, como se fosse um questionário”, restringindo a criatividade dos alunos.

Assim, nos relatórios pedidos, os alunos costumam relatar os pontos que mais chamaram a sua atenção;

g) Relacionando atividade e cotidiano: Por fim, é feita uma relação dos fenômenos ocasionados nos experimentos com o cotidiano dos alunos, para que vejam como esses eventos são percebidos no dia a dia.

Assim, a partir dessas atividades os alunos podem passar a compreender os fenômenos vivenciados, criando significados para explicar o mundo ao seu redor. (CARVALHO, et al., 2009, p. 13).

Nas oficinas me surpreendi ao me deparar com alunos do Ensino Fundamental I que já tinham algum conhecimento de eletrostática, e que conseguiam argumentar, criando hipóteses, mesmo algumas sendo erradas.

Porém, por se tratar de um conceito abstrato, até mesmo os alunos que já sabiam que se tratava de eletrostática, não sabiam explicar o que ocorria, pois não sabiam o que é um átomo e o que são cargas elétricas.

Como o objetivo das atividades era fazer com que os alunos entendessem e argumentassem acima daquilo que já sabiam, desenvolvendo o pensamento crítico, o fato de terem entendido que os fenômenos aconteciam devido um tipo de energia, e essa energia ser de origem eletrostática, já era suficiente para terminar a discussão e pedir os relatórios.

Porém, através de perguntas tentei fazê-los chegar no conceito de cargas elétricas, e como eles não tinham conhecimento, dei algumas explicações sucintas para que entendessem que estava ocorrendo uma troca de cargas, para assim, terem um pouco mais de conhecimento acerca desse tema, o qual será aprofundado nos próximos anos escolares na medida em que se desenvolvem intelectualmente.

No Ensino Fundamental II, como os alunos estavam estudando estruturas atômicas, alguns deles perceberam que os fenômenos ocorriam pelas trocas de cargas, porém, por eles terem algumas concepções erradas, acabei novamente argumentando e explicando pequenas coisas – já que não consegui orientá-los, somente com perguntas, ao pensamento correto – para que a partir disso entendessem e chegassem nas explicações causais corretas.

Foi possível fazer com que os alunos, trabalhassem em equipe, trocando hipóteses, pensando e argumentando de maneira crítica e autônoma, e pelas discussões e relatos, percebi que as atividades conseguiram fazer com que os alunos entendessem as explicações dos fenômenos, promovendo o conhecimento científico.

Essas oficinas fizeram com que eu pudesse vivenciar as dificuldades de um ensino diferenciado, onde trabalhamos com atividades experimentais, tendo que passar muito tempo construindo os experimentos para todos os alunos, e pensando em como seguir a proposta.

Os resultados dessas atividades são bem melhores, por fazer com que os alunos se interessem nas atividades, e possam visualizar os fenômenos, o que possibilita um melhor entendimento do conteúdo, ainda mais para crianças mais novas, que ainda não tem Ensino de Física na escola.

Além, das dificuldades em relação ao processo do ensino em si, as quais serão relatadas.

#### **4.1 AS OFICINAS REALIZADAS NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Como apresentado, as oficinas de eletrostática ocorreram na Escola 1, com os alunos do 4º ano e na Escola 2 com alunos do 9º ano.

Então, analisamos a partir delas, a viabilidade didática do ensino de eletrostática por meio de oficinas experimentais investigativas que envolvem o conhecimento físico na Educação Básica.

Para isso, daremos uma breve descrição de como ocorreram as atividades. Utilizou-se um caderno de campo para anotar as discussões com os alunos e foi analisado os relatórios entregues.

##### **a) Ensino Fundamental I**

Na Escola 1, a oficina foi realizada para 24 alunos, e os experimentos executados foram o Canudinho Eletrostático e o Pêndulo Eletrostático Simples.

Para efetuar esses dois experimentos foram necessárias duas aulas que ocorreram no mesmo dia, de 50 minutos cada, sendo que a maioria dos alunos não conseguiram entregar o relatório até o final da aula, então, alguns foram entregues no próximo dia.

O primeiro experimento desenvolvido foi o Canudinho Eletrostático.

Seguindo a metodologia apresentada, eu comecei a aula desafiando-os a “grudar” um canudinho na parede a partir do papel higiênico, e então distribui os canudos e os papéis, o que fez os alunos ficarem bem empolgados.

Alguns alunos já sabiam realizar esse experimento, pois viram experimentos parecidos em canais do site Youtube© que falam de ciência. Devido a isso, pedi para que não contassem aos colegas.

Então, no decorrer da atividade até todos perceberem que deviam atritar o canudo com o papel houveram várias tentativas frustradas, pois nessa fase eles ainda estavam manipulando os objetos para ver como eles reagiam.

E alguns alunos mesmo os atritando não conseguiam realizar o experimento. Isso ocorria, pois, alguns canudos eram mais finos e não se eletrizavam muito bem, assim, fui trocando-os. Além disso, muitos alunos atritaram o canudo com o cabelo. Ou seja, a partir da manipulação e dos conhecimentos que já tinham conseguiram fixar o canudo de outra

forma. E observou-se que muitos canudos foram utilizados, pois, depois de muito tempo utilizando-os eles acabam não eletrizando mais.

Depois de todos os alunos terem conseguido realizar a atividade, dei continuidade na oficina partindo para o outro experimento, para somente no final das duas atividades fazer o semicírculo e começar a discussão com os alunos, pois, como a segunda atividade relaciona-se com a primeira, eles poderiam discutir sobre as duas no final da aula.

O próximo experimento foi o Pêndulo Eletrostático Simples, para realizá-lo separei a turma em grupos com quatro alunos cada, para que assim eles pudessem discutir e solucionar o problema mutuamente, em equipe, o que possibilita a construção do conhecimento entre os alunos.

Então, os desafiei a fazer com que o disco de alumínio do experimento se aproximasse e se afastasse do canudo, e entreguei os envelopes aos grupos contendo o Pêndulo, os canudos e o papel higiênico.

Como eu não havia especificado que o canudo não podia tocar no disco de alumínio, alguns alunos estavam puxando o disco com o canudo, assim, refiz o desafio e expliquei que era pra fazer o Pêndulo se aproximar do canudo, sem o canudo tocar no experimento.

Com isso, alguns grupos começaram a assoprar o disco, então expliquei a sala que não podia assoprar, e que era para usar somente o canudo e o papel higiênico.

Logo, percebi que mesmo eles tendo feito o experimento do Canudinho, não haviam percebido que ele podia atrair os materiais, e partiram para ações “primitivas”, como assoprar e puxar.

Depois de algumas tentativas, eles começaram a atritar o canudo com o papel, porém, novamente alguns canudos não eletrizavam, e em vários experimentos o disco estava grudando ao invés de ser repelido, devido a isso fui entregando novos canudos.

Quando todos os alunos conseguiram realizar o experimento, formamos um semicírculo, recolhi os experimentos e começamos a discussão.

Comecei perguntando como que eles tinham feito no primeiro experimento para o canudo fixar na parede, para que assim eles relemberrassem como foi feito e quais foram

as ações que resultaram no fenômeno desejado, assim, os alunos foram me descrevendo.

Depois, perguntei o que eles fizeram para movimentar o disco, e eles me relataram o mesmo que antes, então passei a questioná-los do motivo do canudo ter fixado na parede e ter feito com que o disco se aproximasse dele, e novamente eles descreveram que “passaram” o canudo pelo papel.

Para fazê-los pensar cientificamente, e começarem a dar as explicações causais, fiz perguntas como “o que aconteceu no material?”, “por que ao atritar o canudo os fenômenos ocorreram?”. Então, ao longo da discussão entre eles, e das minhas perguntas e exemplificações, surgiram diversas respostas como:

- por terem feito pressão no canudo;
- uma energia fez o canudo grudar na parede e puxar o disco;
- porque era tipo um ímã e produziu um campo magnético;
- porque era tipo um ímã e tinha um lado positivo e outro negativo;
- porque pegou eletricidade;
- porque o canudo ficou quente;
- porque tem uma energia que fez o canudo ficar negativo e o disco positivo;
- por causa da energia eletrostática.

As soluções, por mais que muitas tenham sido erradas, foram construídas por meio de hipóteses acerca das ações feitas por eles, o que fez com que os alunos desenvolvessem atitudes científicas.

Alguns estudantes já haviam ouvido sobre os conceitos que me responderam na internet e em casa, como por exemplo, as respostas de que se tratava de um campo magnético, de que um objeto ficou positivo e outro negativo e o conceito de energia eletrostática. Esses conceitos ainda não tinham sido apresentados para eles na sala de aula, e o conhecimento dos alunos acerca dos conteúdos ainda era pequeno.

Porém, ao final, os estudantes concordaram que se tratava de algum tipo de energia, mas, devido a tantas hipóteses divergentes, e por ser um assunto abstrato para crianças na faixa etária deles (de 8 a 10 anos) eu optei por dar exemplos que fariam eles refletirem e entenderem o experimento.

Para as respostas de que o canudo conseguiu “grudar” na parede e atrair o disco de alumínio devido ao fato de terem pressionado ele, eu perguntei se o mesmo aconteceria se eu simplesmente o pressionasse com algum objeto, e para exemplificar, eu somente pressionei o canudo com o papel na parede e nada ocorreu.

Para os que me disseram se tratar de um ímã, eu perguntei em que tipo de materiais os ímãs “grudam”, e a maioria das respostas foram geladeira, então perguntei se um ímã “grudaria” na parede ou faria o disco se aproximar dele.

Para comprovar que nada ocorreria, peguei um ímã que estava grudado em um armário de metal da sala e coloquei-o na parede para todos verem que o ímã não “grudava”, depois encostei ele do disco e novamente nada ocorreu. Logo, constatou-se que não se tratava de um ímã nem de energia magnética.

Para as respostas de que os fenômenos ocorreram pelo fato do canudo ter esquentado, eu questionei se o mesmo ocorreria se eu esquentasse o canudo de outra forma, e eles não souberam me responder, então eu peguei o canudo e atritei ele com a minha mão, esquentando-o, com isso tentei fixá-lo na parede e fazer o disco se aproximar, e nada aconteceu, provando assim, que esses fenômenos não aconteciam por causa do calor.

Com isso, percebi que as atividades investigativas de eletrostática para as crianças mais novas são muito complexas de serem desenvolvidas, o que fez com que a opção fosse partir para exemplificações dos erros, para que eles pudessem enxergar que as hipóteses estavam erradas.

Então, eu comecei a questionar as respostas que estavam corretas, e perguntei o que é energia eletrostática e porque o canudo ficou negativo e o disco de alumínio positivo. Eles sabiam que se tratava de uma energia de origem elétrica, mas não sabiam explicá-la.

Pelo fato dos alunos entenderem, a partir da discussão e das exemplificações dos erros, que os fenômenos ocorriam devido a uma energia de origem eletrostática, já fez com que eles chegassem na explicação correta, e já era o suficiente para partir para os relatos.

Mas, expliquei um pouco de eletrostática para eles, para que eles pudessem ter um maior conhecimento sobre do conteúdo. Disse que tudo no mundo se constitui de

átomos, os quais tem cargas negativas e positivas, e ao atritar o canudo com o papel, um transfere parte das cargas negativas, passando a ter mais cargas positivas e o outro recebe essas cargas passando a ter mais cargas negativas.

Assim, as cargas de outros materiais passam a se sentir atraídos, como a parede e o disco de alumínio do Pêndulo, e por isso estava correta a afirmação de que isso ocorreu devido a energia eletrostática, pois esse fenômeno acontece exatamente devido a ela, ou seja, devido a “energia das cargas elétricas em excesso”.

Então perguntei o que ocorreu para o disco de alumínio começar a se afastar do canudo, e eles não conseguiram perceber que o disco havia tocado no canudo, devido a isso, distribui novamente o experimento e pedi para que tentassem novamente fazer o pêndulo ser repelido, assim fizemos uma discussão sobre isso, e eles constataram que o canudo encostou no disco, então expliquei que quando o canudo encostou no disco parte dessas cargas em excesso foram passadas para ele, fazendo com que ambos ficassem com cargas de mesmo sinal, sendo repelidos.

Depois disso falei sobre os fenômenos da eletrostática no dia a dia, para que eles pudessem perceber como eles são presentes no cotidiano.

Por fim pedi para que os alunos fizessem um relatório explicando a atividade e fizessem um desenho dos experimentos.

Com a análise dos relatórios, percebi que muitos alunos apenas relataram o que fizeram e alguns deles explicaram a montagem do experimento.

Porém, houveram alunos que demonstraram em seus relatos terem adquirido um conhecimento científico, explicando que o canudo grudou na parede e atraiu e repeliu o disco de alumínio devido a energia eletrostática.

Com isso, pude verificar que de fato essas atividades promoveram a divulgação científica, e fizeram com que os alunos se interessassem mais por ciência, pois a maioria deles queriam fazer mais experimentos de eletrostática.

Porém, devido ao fato dos alunos não terem conhecimentos prévios suficientes sobre eletrostática para que eu pudesse orientá-los somente a partir de perguntas, tive que fazer algumas exemplificações e dar algumas explicações.

b) Ensino Fundamental II

Na Escola 2, as oficinas ocorreram para quatro turmas diferentes de 9º ano, em três dias diferentes. Para isso, a estudante de Física, Walma Ferrante<sup>9</sup> me ajudou a organizá-las e oferecê-las.

Cada oficina durou 1 hora, sendo que pelo fato do tempo ser insuficiente para os alunos fazerem os relatórios, eles foram feitos fora do horário da oficina e entregues no dia seguinte.

Nas duas primeiras turmas eu e a Walma demos os experimentos do Canudo Eletrostático e do Pêndulo Eletrostático Simples, e para as turmas seguintes a Walma organizou as oficinas sobre o Canudo e o Pêndulo, e eu sobre o Eletroscópio.

Em cada dia de oficina, haviam duas turmas em horários diferentes. Assim, no primeiro dia, eu e Walma realizamos os experimentos do Canudo Eletrostático e do Pêndulo Eletrostático Simples para duas turmas diferentes.

Em ambas as oficinas começamos separando os alunos em duplas, para então fazer a problemática, onde a primeira era fazer o canudo “grudar” na parede a partir do papel higiênico.

Como as duas oficinas foram parecidas, faremos o relato de apenas uma delas.

Como alguns alunos já conheciam o experimento, eles conseguiram rapidamente fixar o canudo na parede. Porém, tiveram alunos que tentaram outras coisas antes de atritar o canudo com o papel, como colocar o papel dentro do canudo.

Esses estudantes estavam manipulando os materiais afim de entender como eles funcionavam, e a partir das ações, e com a ajuda do colega ao lado, conseguiram realizar o experimento.

Alguns estudantes tiveram dificuldades em eletrizar o canudo, por eles estarem gastos, então eu e a Walma fomos passando nas duplas para distribuir novos canudos.

Depois de todos os alunos terem conseguido fazer a atividade, começamos a discussão. Não fizemos o semicírculo, pois tínhamos pouco tempo para realizar ambos os experimentos.

Fomos perguntando o que eles fizeram e qual o motivo do canudo ter “grudado”, eles já tinham estudado sobre átomos e cargas, e sabiam que cargas de mesmo sinal se

---

<sup>9</sup> A Walma Ferrante, é aluna de graduação em Física da Unesp Rio Claro - SP, desenvolvemos essa atividade coletivamente, pois ela também é orientanda do professor doutor Eugenio Maria de França Ramos (orientador desse trabalho).

repelem e de sinais contrários se atraem, logo, não demorou muito para darem hipóteses relacionadas à estrutura atômica. As respostas, em geral, para essa atividade foram:

- porque o canudo esquentou;
- devido a alguma substância do papel;
- por causa dos átomos de carbono do papel;
- o papel passou energia para o canudo;
- porque o canudo e a parede têm cargas diferentes;
- o papel passou cargas para o canudo;
- a parede não tem carga e o canudo solta cargas na parede.

Com o levantamento da hipótese de um dos alunos dos fenômenos terem sido ocasionados devido a alguma substância do papel, eles começaram a falar sobre os átomos presentes nos materiais, assim, perguntamos do que constitui os átomos, com isso, eles se voltaram à questão das cargas elétricas.

Logo, eles partiram para suposições corretas, porém, pelo fato deles não saberem que tudo se constitui de átomos, chegou-se em uma conclusão errada.

Devido a isso, explicamos a eles, que o átomo e as cargas elétricas são propriedades intrínsecas da matéria, logo, tudo se constitui deles.

A partir disso, houve uma discussão, onde eles construíram hipóteses em conjunto, e conseguiram de forma autônoma, somente com perguntas para orientá-los, concluir de que as cargas da parede de sinais contrários ao do canudo sentiam-se atraídas e faziam com que o canudo “grudasse”.

Como alguns alunos não falavam muito, fomos fazendo perguntas a eles e tentamos fazer com que todos se envolvessem na discussão, como as turmas eram pequenas (aproximadamente 10 alunos em cada turma), não foi difícil envolver todos os alunos, e fazê-los concluir a atividade em conjunto.

Então, recolhemos os materiais, e começamos o experimento do Pêndulo Eletrostático Simples, então demos a problemática, que era fazer com que o disco de alumínio se aproximasse e depois se afastasse do canudo, e distribuímos os envelopes com os experimentos.

No início alguns estudantes tentaram empurrar o disco com o canudo, mas a maioria dos alunos não demoraram muito para eletrizá-lo.

Como ocorrido anteriormente, alguns canudos não eletrizavam suficientemente, então fomos distribuindo novos.

Depois de todos os alunos terem feito o experimento, fizemos um semicírculo e começamos novamente a discussão, com isso, percebi que ao posicioná-los dessa forma eles ficaram mais tímidos, mas depois de dialogarmos bastante, eles começaram a se envolver melhor, falando as suas hipóteses.

As respostas, em geral, foram:

- que quando o canudo foi atritado com o papel higiênico, o papel adquiriu um certo tipo de carga e o canudo outro tipo;
- que quando o canudo chegou muito perto do disco passou energia para ele e então ele começou a ser repelido;
- o disco passou a ser repelido pois as cargas negativas e positivas se juntaram passando carga para o disco;
- o disco passou a ser repelido pois as cargas ficaram iguais.

Observou-se que os alunos conseguiram supor respostas corretas, porém, um dos alunos levantou a questão de “juntar as cargas”, o que é impossível. Para fazê-los entender que isso não ocorria, perguntamos o que aconteceria se as cargas se juntassem, e o que acontece quando cargas de mesmo sinal e quando cargas de sinais opostos se aproximam.

Com isso, eles descartaram a hipótese das cargas terem se juntado, pois não saberiam com que carga ela ficaria, e como eles já haviam estudado isso antes, eles responderam corretamente, que caso as cargas terem mesmo sinal, elas são repelidas e são atraídas caso tenham sinais diferentes.

Então, partiram para a hipótese, de que elas não se juntam, mas que as cargas diferentes foram atraídas e o canudo passou suas cargas para o experimento, ficando com uma maior quantidade de cargas de mesmo sinal que o canudo, o que fez ser repelido. Chegando na conclusão correta.

Porém, eles não entenderam porque o canudo fixou na parede, e no caso do Pêndulo, ele transferiu suas cargas.

Então, explicamos que o disco de alumínio ficou eletrizado pois é um bom condutor, e a parede não foi eletrizada pois ela é muito maior e tem muito mais cargas

que o canudo, assim, o canudo por ser um bom isolante e não ter cargas suficientes para eletrizar a parede, fica fixo nela, até ser neutralizado pelo ar, e por ela.

Por fim explicamos como a eletricidade estática está presente no cotidiano, e pedimos para fazerem os relatórios.

Ao analisar os relatórios, observei que todos os alunos não somente descreveram o que fizeram, e quais foram os fenômenos ocasionados, como também explicaram porque cada coisa ocorreu, a maioria dos estudantes explicaram corretamente, porém usaram erroneamente algumas denominações.

Assim, essas atividades foram bem mais fáceis de serem realizadas para esses alunos, por serem turmas pequenas, e pelo fato deles já terem conhecimentos prévios suficientes para entender os fenômenos.

Nos outros dias de oficinas eu passei a oferecer o experimento do Eletroscópio para as turmas que já haviam feito os dois outros experimentos, e a Walma organizou as oficinas sobre o Canudo Eletrostático e o Pêndulo Eletrostático Simples para as novas turmas.

No total, quatro turmas diferentes fizeram as oficinas do Eletroscópio. Como elas seguiram de forma parecida, é relatado apenas uma.

Nas oficinas, eu formei duplas, e dei a problemática que era fazer o papel de “seda” levantar e se abaixar, e depois, distribui os experimentos.

Como esses alunos já haviam feito os outros experimentos, eles conseguiram resolver rapidamente o problema, eletrizando o canudo e aproximando-o do experimento. Então, pedi para que eles fizessem o papel se erguer e continuar erguido mesmo depois de afastar o canudo do experimento.

Com isso, eles tiveram bastante dificuldade, pois muitos alunos tentaram eletrizar o Eletroscópio por contato, apenas tocando o canudo no experimento, porém, para o experimento eletrizar é necessário passar toda a extensão do canudo, e não apenas tocá-lo.

Alguns estudantes conduziram a partir do canudo de plástico, o papel de “seda” até o disco do experimento, o que fez o canudo passar pelo experimento e eletrizá-lo, porém, os alunos não conseguiam perceber que o experimento eletrizou pelo fato do

canudo ter passado toda sua extensão pela “seda” achando que o papel tinha que ir até o disco.

Então, pedi para que eles tentassem eletrizar o experimento de outra forma, e depois de um tempo considerável, alguns alunos conseguiram resolver o problema.

A partir disso, falei para os outros discentes que não daria certo se eles apenas tocassem no Eletroscópio, e pedi para usarem o disco do experimento, para que com isso, eles não partissem para a manipulação da “seda”, e passassem o canudo pelo disco, eletrizando o experimento.

Acredito que se eu não tivesse explicado isso a eles não conseguiríamos terminar o experimento a tempo, pois os alunos estavam apenas tocando o canudo em vários pontos do experimento, ou tentando “puxar” a seda, e já havia se passado bastante tempo.

Após todos os alunos terem concluído o experimento, fizemos um semicírculo e começamos a discussão, com isso, eles relataram o que fizeram, e como conseguiram resolver, explicando que tiveram de passar o canudo no disco para eletrizar o experimento.

Questionei o motivo de o papel ficar erguido, e quando eles passaram a discutir, entenderam que o papel de “seda” estava sendo repelido pela “placa” por terem cargas de mesmo sinal.

Eles conseguiram chegar nessa conclusão rapidamente, por já terem feito as outras oficinas (Canudo Eletrostático e Pêndulo Eletrostático Simples).

Porém não entenderam porque não conseguiram eletrizar o experimento apenas ao tocar o canudo eletrizado. Eles acharam que era devido ao material que o Eletroscópio é feito.

Então expliquei para eles que o canudo por ser isolante, ou seja, pelo fato de suas cargas terem dificuldade em se movimentar, há cargas elétricas fixas em algumas partes do objeto, e para conseguir eletrizar o experimento suficientemente temos que passar toda a sua extensão para que “todas” as cargas sejam compartilhadas com ele.

E expliquei que isso não ocorria no experimento do Pêndulo Eletrostático Simples por ele ser um bom condutor, ou seja, por ter facilidade em se eletrizar, e ser bem menor, não sendo necessário tantas cargas.

Por fim, pedi os relatórios e com eles observei que os alunos novamente, não somente relataram o que fizeram, como também deram as explicações do experimento.

Muitos relatos estavam bem sucintos e não foram utilizados os termos devidos a cada fenômeno por não terem conhecimento, mas estavam corretos. Demonstrando que a partir dessas oficinas eles conseguiram entender os fenômenos que ocorreram, aumentando o seu conhecimento científico, e puderam fazer isso de forma crítica e autônoma.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fazer esse trabalho de conclusão de curso optamos por trabalhar com o ensino investigativo a partir de atividades de conhecimento físico, pois dentre as várias possibilidades didáticas para ensinar aos alunos conceitos de Física, essa é uma das opções para fazer com que os alunos atuassem de forma crítica e autônoma, respeitando o desenvolvimento intelectual deles.

Com esse laboratório, os alunos puderam trabalhar em equipes, discutindo entre si o experimento, criando hipóteses e expondo suas opiniões. Deixando de serem meros receptores de informações, que simplesmente as reproduziam.

A partir das oficinas, pude analisar mais profundamente esse tipo de atividade, vivenciando diferentes erros e acertos e a dificuldade de fazê-las, pois em muitos momentos os alunos expuseram hipóteses erradas, e difíceis de, a partir de perguntas, fazer com que eles chegassem ao pensamento correto.

Para isso, tive de pensar no momento em como conduzi-los a refletirem de forma crítica sobre o que foi exposto, dando exemplos, para que entendessem o motivo de suas conclusões estarem incorretas, e por se tratar de um conceito abstrato tive que dar algumas explicações principalmente para os alunos do Ensino Fundamental I

Além disso, também foi difícil em algumas turmas do Ensino Fundamental II fazer com que eles se sentissem confortáveis para expor as suas opiniões. Assim, tive que dialogar bastante, estimulando-os a pensar e falar o que foi feito passo a passo, deixando-os mais interessados e envolvidos com a atividade.

Porém, apesar dos empecilhos e dificuldades, essas atividades quando bem ministradas, são importantes e benéficas para o aprendizado dos alunos. Além de despertarem o interesse pela Física, como notado nessas oficinas, pois muitos alunos me pediram para levar mais experimentos como esses para eles.

Lembrando que, essas práticas pedagógicas não tiveram o intuito de fazê-los entender todos os conceitos envolvidos nelas, e menos ainda, prepará-los para fazerem contas. Porém, a partir dos laboratórios investigativos, ao ligar o ensinamento expositivo desses conceitos, com os experimentos estudados, o aprendizado é facilitado e as fórmulas são potencialmente melhor interpretadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. A. N. **Contribuições formativas do laboratório didático de Física sob o enfoque das racionalidades**. 2010. 168 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.

ASSIS, A. K. T. **Os Fundamentos Experimentais e Históricos da Eletricidade**. Montreal: Apeiron, 2010.

ASSIS, A. K. T. **Os Fundamentos Experimentais e Históricos da Eletricidade**. Montreal: Apeiron, 2018. v. 2. Disponível em: <[www.ifi.unicamp.br/~assis/](http://www.ifi.unicamp.br/~assis/)>. Acesso em: 10 de agosto de 2018.

BENETTI, B.; RAMOS E. M. F.; CRUZ, W. O. **Física nos anos iniciais da educação básica – a experiência do pibid com o ensino de eletrostática**. Revista de Enseñanza de la Física. Córdoba, n. extra, v. 27, p. 499-504, 2015.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no Ensino Fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 2009.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

FERREIRA, N. C. **Proposta de Laboratório para a Escola Brasileira – Um ensaio sobre a Instrumentação no Ensino Médio de Física**. 1978. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências - Modalidade Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978.

GASPAR, A. **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2005.

GASPAR, A. **Física**, volume único. 1 ed. São Paulo: Ática, 2005.

GONSALVES, E. P. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica**. Campinas, SP: Alinea, 2007.

KAMII, C.; DEVRIES, R. **O Conhecimento Físico na Educação Pré-Escolar**: Implicações da teoria de Piaget. Tradução de M. C. R. Goulart. Porto Alegre: Artes Médicas, 1991.

LABURÚ C. E.; SILVA O. H. M.; BARROS M. A. **Laboratório caseiro – pára raios: um experimento simples e de baixo custo para a eletrostática**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 25, n. 1, p. 168-182, 2008.

LIMA, S. C.; TAKAHASHI, E. K. **Construção de conceitos de eletricidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental com uso de experimentação virtual**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 3501-3501-11, 2013.

MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA, O. P. B. **Propostas e Avaliação de Atividades de Conhecimento Físico nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 21, n. 1, p. 65-82, 2004.

MOREIRA, M. L. B. **Experimentos de Baixo Custo no Ensino de Mecânica para o Ensino Médio**. 2015. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2005.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. ampl. São Paulo: E.U.P., 2017.

RAMOS, E. M. F. **Brinquedos e Jogos no Ensino de Física**. 1990. 289 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – Modalidade Física) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

ROBERTO, L. H. S.; CARVALHO, A. M. P. **O conhecimento físico em uma perspectiva intercultural**. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru.

RODRIGUES, C. R.; COELHO, S. M.; AQUINO, A. M. **Ensino de Física nas séries iniciais: um estudo de caso sobre formação docente**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 26, n. 3, p. 575-608, 2009.

ROSA, C. W. **Concepções teóricas metodológicas no laboratório didático de Física na Universidade de Passo Fundo**. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 5, n. 2, p. 94-108, 2003.

ROSA, C. W.; PEREZ, C. A. S.; DRUM, C. **Ensino de Física nas Séries Iniciais: Concepções da Prática Docente**. Investigação em Ensino de Ciências, v. 12, n. 3, p. 357-368. 2007.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientista e engenheiros**, v. 2, 5. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2006.

VIOLIN, A. G. **Atividades Experimentais no Ensino de Física de 1º e 2º graus**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 1, n. 2, p. 13-24, 1979.