

Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Graduação em Física

OFICINAS E FEIRA DE CIÊNCIAS: EXPERIMENTAÇÃO E O ENSINO DE FÍSICA

Fábio Lourenço Alberguini

Prof.Dr. Eugenio Maria de França Ramos

Rio Claro (SP)

2015

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

FÁBIO LOURENÇO ALBERGUINI

OFICINAS E FEIRA DE CIÊNCIAS:
EXPERIMENTAÇÃO E O ENSINO DE FÍSICA

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

2015

530.07 Alberguini, Fábio Lourenço
A329o Oficinas e feira de ciências: experimentação e o ensino de
física / Fábio Lourenço Alberguini. - Rio Claro, 2016
61 f. : il., figs., gráfs., quadros, fots.

Trabalho de conclusão de curso (licenciatura - Física) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de
Rio Claro

Orientador: Eugenio Maria de França Ramos

1. Física – Estudo e ensino. 2. Oficinas de física. 3.
Experimentos didáticos. I. Título.

FÁBIO LOURENÇO ALBERGUINI

OFICINAS E FEIRA DE CIÊNCIAS:
EXPERIMENTAÇÃO E O ENSINO DE FÍSICA

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 (orientador)

Profa. Dra. Bernadete Benetti

Prof. Dr. Roberto Hessel

Rio Claro, 11 de janeiro de 2016

Assinatura do aluno

Assinatura do orientador

Dedico este trabalho a
Carlos Alberto Alberguini, Marli Aparecida Lourenço Alberguini e Leticia Alberguini

AGRADECIMENTOS

Em todo momento que penso sobre o que escrever nesta parte, se passa um filme na minha cabeça, um filme com infinitas lembranças, das quais muitas delas pretendo não esquecer. “São 6 anos de histórias, de lutas e de glórias e deu um trabalhão!”. Está frase é uma adaptação que fiz de um dos cânticos do meu time e com ela quero iniciar meus agradecimentos aos que estiveram comigo esses anos, entretanto, acredito que não vou conseguir me lembrar de tudo e todos que passaram nessa grande história, então, desde já peço perdão se me esqueci de alguma citação.

Em princípio eu tenho a honra de reconhecer a mim mesmo por este trabalho e toda esta história de graduação vivenciada, apesar de todas as dificuldades e às vezes querer jogar tudo pro alto, eu NUNCA deixei de acreditar no meu sucesso e seguir em frente.

Agora gostaria de agradecer aos meus pais, Carlos e Marli, que não apenas na minha graduação, mas em minha vida, sempre se esforçaram ao máximo para me ajudar e proporcionar a minha felicidade. Retribuir tudo o que fizeram por mim acho que seria impossível, mas a cada passo que eu der em minha vida será dedicado a eles.

Agradeço e dedico este trabalho também a minha irmã, Letícia Alberguini, que principalmente durante esses anos, junto de meus pais, fez muitas cobranças e com razão. Nesse período que eu estive em Rio Claro me deu também uma lição de vida através de sua relação com nossos cachorros, aos quais também devo meus agradecimentos.

Agradeço a minha primeira cachorrinha, Kika, que desde que eu era criança esteve comigo, mas me deixou durante minha graduação. Para preencher esse vazio, minha irmã me deu a oportunidade de conhecer um outro cachorro, Leo. O tempo de sua vida foi muito curta, mas quando esteve comigo, além de encher o saco e latir, me deu muitas alegrias e carinho, é impossível esquecer do seu abraço quando eu chegava em casa. Agora, mais uma vez, tenho outra oportunidade com outras duas picaretas, Amora e Cacau, estas chegaram no fim da minha graduação e vão poder comemorar comigo essa entrega de TCC e me ajudar a pensar no que fazer ano que vem.

Agradeço a Mayara N. Ferreira que desde 2013 vem sendo uma excelente companheira e me oferecendo apoio e motivação para tudo que eu precisei. Quero agradecer também a paciência, esforço e dedicação com que fez as infinitas formatações e revisões de texto em meus trabalhos acadêmicos, relatórios e tudo o que envolve normas ABNT, além de aprender também a formatação nas normas APA para trabalhos internacionais. Enfim, colocou todos trabalhos em condição de serem aceitos, apresentados e avaliados, inclusive este.

Quero agradecer a todos os moradores e ex – moradores da Rep. Eskina, em especial: Bruno Zucherato (Moita), Leonardo Trotta, André Oliveira (Monge), João Guilherme Braga, Luiz Henrique Guessi, Flávio Feres (Rosinha), Carlos Cassani Neves e Mauro Andriotti Junior. Quando eu mencionei no começo que me passava um filme com infinitas lembranças, das quais muitas delas não quero me esquecer, certamente a maior parte desse filme foi de nós nesta casa, e não poderia ser outra. Foram muitas confraternizações, momentos de alegria e demos muito relaxo!

Como diria Vinicius de Moraes: “Era uma casa muito engraçada, não tinha teto, não tinha nada”, para mim, isso descreve a experiência vivida nesta casa, e ela combinou muito com os moradores, só faltou ficar no endereço da rua dos bobos. A Rep. Eskina com certeza será uma das vivências que eu terei mais saudades. Não sei aonde, nem o que farei no ano que vem, mas algumas coisas não sei se acontecerão novamente em minha vida, como por exemplo, fazer o que eu quiser, fritar 5kg ou mais de batata frita, comer pizza todo dia, jogar cerveja pro alto, comer Nescau, enfim, comer qualquer coisa, em qualquer horário e em qualquer lugar. Isso quando tinha dinheiro.

Outras coisas o dinheiro não pode pagar, como por exemplo, escovar os dentes na sala, serrar a porta do banheiro, tomar água na boca da garrafa, fazer fritura sem se preocupar aonde o óleo vai espirrar, usar banquinho de mesa para comer, escrever nas paredes, literalmente botar pra quebrar, no caso do Moita quebrar a cuba da pia. Sem falar nas instalações da república, tudo o que é gambiarra foi feito, extensões que fazem os caminhos mais incríveis só para podermos ligar uma televisão, fogão ou a máquina de lavar que fica instalada no banheiro!

Agradeço a minha querida amiga Rachel D. Papa que desde o início da graduação me acompanhou nas disciplinas, ajudando sempre no que foi possível, estudando junto comigo e vencendo as barreiras do curso de Física e é claro as caronas!

Agradeço a todas as amizades vivenciadas no curso de Física, em especial: Diego S. Amorim, Matheus Hansen (Kurt), Murilo Forlevesi, Oaní da Silva, Marcelo Pedroni (Mc Lovin), Carol Maia, Matheus Quadros (Jairinho/Carona), Ana Maria Marinello e Pamella Ramos.

Agradeço também as amizades que fiz em outros cursos, a galera do futebol da quadrinha, que apesar da minha qualidade, sempre me receberam bem.

Agradeço aos meus queridos amigos de São Carlos, em especial, Husani Elias, Gabriela Fernandes, Leonardo Affonso, João Victor Henrique, Guilherme Cometta, Cauanan Cantú, Amanauê Cantú, Felipe Battista, Taiuná Cantú, Rafael Ninelli, Amanda Carneiro, Juliana Ortigosa e Natalia Martinelli.

Agradeço a Sociedade Esportiva Palmeiras, pelo exemplo de superação e motivação que criou em mim durante esses anos, mostrando que desistir não faz parte da nossa história.

Agradeço a todos os meus professores e funcionários da UNESP, em especial os funcionários da Biblioteca.

Agradeço a todos os professores do Departamento de Física, em especial, Prof. Edson Denis Leonel, Prof^a Lygia Walmsley, Prof. Francisco José dos Santos, Prof. Roberto Lagos, Prof. Gerson Santarine e ao Prof. Ervino C. Ziemath pela oportunidade de trabalhar no laboratório e desenvolver uma atividade de iniciação científica e também pelos ensinamentos desde o meu primeiro ano.

Agradeço ao Prof. Roberto Hessel pela atenção que me deu na correção do TCC. Fez o trabalho de maneira cuidadosa, principalmente nos erros de gramática.

Agradeço ao Prof. João Eduardo Ramos e Prof. André Silva pelos conselhos e colaboração com o referencial teórico.

Agradeço ao Departamento de Educação, em especial, a Prof^a Maria Antonia Ramos de Azevedo e a Prof^a Bernadete Benetti pela correção do trabalho, proporcionando uma maior consistência, coerência.

Agradeço ao meu amigo e orientador Prof. Eugenio Ramos por acreditar no meu potencial e me dar a oportunidade de trabalhar como estagiário do PIBID, proporcionando qualidade na minha formação e vivência nas escolas completando

assim minha graduação no curso de Licenciatura em Física. Também pela paciência e esforço com que exerceu seu trabalho em Prática de Ensino, PIBID e na orientação de diversos trabalhos acadêmicos.

Agradeço a todos os professores e funcionários da escola Bayeux, em especial, Prof^a Tabata Vidal e Prof. Ricardo Barbosa de Castro, pelo apoio e oportunidade que me foi dada para realizar a Feira de Ciências.

Agradeço a CAPES pela bolsa que me foi concedida nesses anos de PIBID.

É em prantos que deixo esta minha breve lembrança e singela homenagem a todos, que de alguma maneira, estiveram comigo nessa história.

OBRIGADO!

“Para descobrir todos os fenômenos que deseja, basta ao sábio três coisas:
pensar, pensar, pensar”
(NEWTON)

RESUMO

Neste trabalho analisamos atividades experimentais no Ensino de Física por meio do desenvolvimento e da realização de uma Feira de Ciências em uma escola de Ensino Médio da Rede Pública da cidade de Rio Claro (SP). As Feiras de Ciências têm como foco despertar o interesse dos estudantes por conhecimentos científicos, por meio do trabalho em grupo de estudantes e pelo desenvolvimento de projetos feitos pelos próprios alunos, orientados pelos professores. Também discutimos o desenvolvimento de atividades e algumas questões relacionadas a esta temática.

Palavras chave: Feira de Ciências. Ensino de Física. Experimentos Didáticos. Oficinas de Física.

ABSTRACT

This study analyzes experimental activities in Physics Teaching through the development and realization of a Science Fair in a high school school public network of the city of Rio Claro (SP). The Science Fairs are focused arouse students' interest in scientific knowledge, through the teamwork of students and the development of projects done by the students, guided by teachers. We also discussed the development of activities and some issues related to this issue.

Keywords: Science Fair. Teaching physics. Didact experiments. Workshops of Physics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	15
1.2 A construção de uma Feira de Ciências.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 As Feiras de Ciências	20
2.2 A aprendizagem significativa e os subsunçores.....	22
3 METODOLOGIA	23
3.1 O desenvolvimento do trabalho	23
3.2 As oficinas de Física	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 É dia de Feira	38
4.1.1 Experiência sobre a Luz Negra - Grupo 1	40
4.1.2 Labirinto Elétrico - Grupo 3.....	41
4.1.3 Gerador Termoelétrico - Grupo 6	42
4.1.4 Discussão sobre os Grupos 7 e 8	43
4.1.6 O Dínamo de Faraday - Grupo 12.....	46
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS.....	49
APÊNCIDE A – EXPERIMENTOS E MATERIAIS UTILIZADOS	51
APÊNCIDE B – FOTOS DA FEIRA DE CIÊNCIAS	57
APÊNCIDE C – FICHA DA FEIRA DE CIÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

Existem várias maneiras de se estudar Física, desde os modelos tradicionais, através de livros didáticos e aulas expositivas, ou mais ousados, como usar a música, filmes, vídeo game e histórias em quadrinhos. Neste trabalho será discutido uma outra maneira: as atividades experimentais.

As atividades experimentais vêm sendo estudada há tempos como uma das formas para tornar o ensino de Física mais atraente aos alunos, tomando como princípio o uso de materiais de baixo custo, como sugeridos por Ferreira (1978) e Ferreira & Ramos (2008). Existem também outros trabalhos interessantes que abordam a parte experimental, como no livro “O CÉU” do professor Rodolfo Caniato, projeto Harvard e o PSSC (Physical Science Study Committee) (Figura 1).

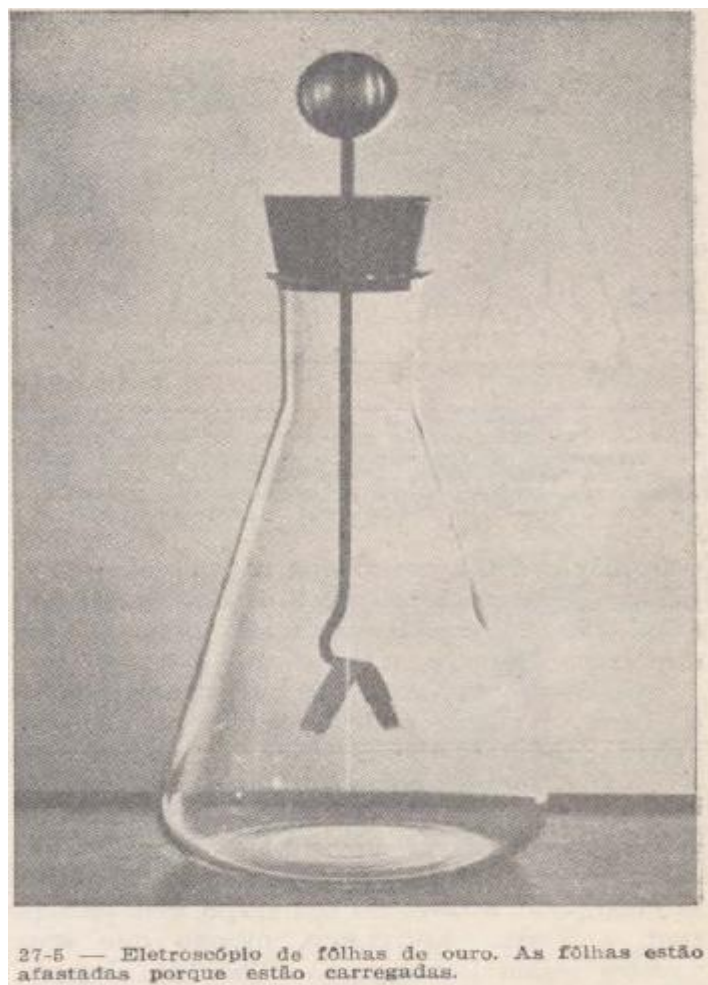


Figura 1 – Eletroscópio de folhas de ouro do PSSC
Fonte: Physical Science Study Committee, p. 13, 1963

O PIBID¹ Física da UNESP, no Câmpus de Rio Claro, trabalha com materiais de baixo custo para Ensino de Física em diversas faixas etárias do ensino público. Esses materiais são levados para dentro da sala de aula como um auxílio para o aprendizado. Pode-se também, fora do período de aula, realizar as oficinas de Física que consistem em ensinar os alunos a construírem instrumentos para realizar experimentos de Física.

A utilização de experimentos didáticos de baixo custo e o diálogo, por meio de desafios lúdicos (RAMOS, 1990), implicam em outros procedimentos de ensino, como, por exemplo, uma aula experimental que foi realizada na disciplina de prática de ensino e estágio supervisionado II. Foi desenvolvido dentro da sala de aula do ensino médio (2º colegial), uma oficina que proporcionou aos alunos a construção de um instrumento óptico, o caleidoscópio. Os materiais necessários foram fornecidos (Figura 2) para que os alunos fizessem o instrumento. Nessa oportunidade, agimos como um mediador. Os alunos se mostraram curiosos e dispostos para trabalhar com os materiais. O fato do aluno construir um instrumento contribui para que mude de uma atitude passiva, como acontece nas aulas expositivas, para uma atitude mais ativa, mais participativa (Figura 3).



Figura 2 – Materiais para oficina de Física na aula de estágio
Fonte: Elaborado pelo autor

¹ PIBID é o Programa Institucional de Iniciação a Docência (PIBID) do governo federal brasileiro por meio da Fundação CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior) do Ministério da Educação. No município de Rio Claro (SP) se realizam subprojetos aprovados no Edital 2013, num grande projeto institucional da UNESP (Universidade Estadual Paulista). Um deles é o PIBID Física Rio Claro, dedicado a Iniciação a Docência de estudantes da Licenciatura em Física da UNESP, realizado no Instituto de Biociências e em duas escolas parceiras da Rede Pública Estadual, envolvendo um professor universitário (coordenador), quatorze bolsistas de graduação e duas professoras da Educação Básica (supervisoras).



Figura 3 – Alunos interagindo na aula experimental

Fonte: Elaborado pelo autor

Essa maneira de proceder permite superar limitações das aulas usuais nas escolas de Educação Básica, onde predominam procedimentos expositivos, usando somente o giz e a lousa que caracterizam uma tradição no Ensino de Ciências, ou seja, aquelas em que o professor e a lousa são o centro das atenções. Entretanto, não se trata de uma simples mudança, pois a utilização de oficinas de Física têm implicações nos procedimentos de ensino.

Nas aulas de estágio também foram realizadas as experiências de cátedra, as quais consistem em demonstrações por parte do professor para os alunos, durante uma aula. Neste caso, pretendemos que os alunos dialoguem, pois podem participar de todo raciocínio que está sendo exposto e observar a experiência feita, mas sem se envolver diretamente com ela, tanto no sentido de elaboração do experimento como nas escolhas de variáveis para trabalhar.

Pode-se posteriormente permitir que os alunos repitam essa demonstração, privilegiando a manipulação mas sem tirar suas próprias conclusões, uma vez que a experiência já foi feita com esclarecimentos sobre seus fenômenos e resultados.

Procedimento semelhante pode ocorrer em demonstrações públicas. Para ilustrar essa situação peculiar relatamos o que ocorreu com a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, organizada pela UNESP em Rio Claro no período de 13 a 19 de outubro de 2014. O evento ocorreu num espaço no Shopping Center de Rio Claro, em que cada grupo de pesquisa ou extensão tinha um espaço para mostrar alguns de seus materiais e projetos. A organização geral do evento se assemelhou a

uma grande Feira de Ciências aberta à comunidade. Foram apresentadas demonstrações com a possibilidade de diálogo com o público.

O evento evidenciou o grande interesse pelo conhecimento científico por parte da população que participou e, em particular, pelos experimentos de Física.

No caso do PIBID Física, foram demonstrados experimentos de eletrostática, sendo um dos experimentos mais chamativos o eletróforo construído com uma forma de pizza. Este instrumento causou euforia pois, quando eletrizado por indução, permite que as pessoas recebam um pequeno choque. A euforia que as pessoas manifestam ao observar a demonstração realizada e ao sentir a descarga elétrica é uma manifestação natural do ser humano e pode ser usada com proveito para introduzir um tema novo.

Nas oficinas, a abordagem com os experimentos tem um outro foco, que é colocar a “mão na massa”. Os alunos que participam da oficina de Física são convidados a construir instrumentos, com eles montar experimentos e discutir os resultados observados.

O estudante que vivencia a metodologia da descoberta (investigação) não se contenta mais com as aulas meramente expositivas. Ele passa a solicitar de seu professor a continuidade do trabalho, como maneira de atender a forma natural de aprender. E o indivíduo que aprende fazendo não esquece mais. (NEVES & GONÇALVES, 1989, p. 241).

O objetivo dos experimentos feitos nas oficinas de Física é não só desafiar os alunos como também estimula – los, por meio do diálogo e de questionamento, a observar criticamente os fenômenos envolvidos. A ideia é que o professor seja mediador das atividades, incentivando e orientando os estudantes. Nesta altura é importante salientar que os materiais usados nas oficinas são disponibilizados pelo PIBID.

Um dos problemas característicos existentes no ensino de Ciências é a “doce ilusão” de que os experimentos salvam aulas, solucionam problemas e resolvem todas as deficiências da aprendizagem. “O experimento é poderoso sim [...] acrescenta ao pensamento do aluno elementos de realidade e de experiência pessoal que podem preencher uma lacuna cognitiva característica dos conceitos científicos e dar a esses conceitos a força que essa vivência dá aos conceitos espontâneos” (GASPAR & MONTEIRO, 2005, p. 232), além de criar uma atenção diferenciada e rica nas aulas. Contudo, o experimento deve ser mostrado, construído

e planejado com cuidado, afinal de contas uma aula experimental mal preparada pode não resultar nos objetivos pretendidos, pouco aproveitando o potencial dos procedimentos experimentais.

Tendo como princípio estes trabalhos e a preocupação com o uso de experimentos didáticos no Ensino, elegemos como foco da pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso um evento escolar em que os experimentos aparecem de maneira bastante significativa, as Feiras de Ciências. A Feira de Ciências é um encontro no qual alunos mostram seus interesses por meio de projetos desenvolvidos pelos mesmos, com apoio dos professores da escola.

Neste trabalho estudamos a utilização de atividades experimentais no Ensino de Física a partir da realização de uma Feira de Ciências no âmbito do projeto PIBID Física Rio Claro em uma escola pública estadual na cidade de Rio Claro (SP).

1.1 Objetivos

O objetivo do trabalho consiste em discutir a utilização de atividades experimentais no Ensino de Física com a organização de uma Feira de Ciências em uma escola de Educação Básica da rede pública da cidade de Rio Claro, SP, analisando os experimentos da Feira de Ciências de maior interesse para a pesquisa, percorrendo suas características teóricas e experimentais do ponto de vista físico.

1.2 A construção de uma Feira de Ciências

A Feira de Ciências envolveu alunos como responsáveis por desenvolver seus experimentos e apresentá-los à comunidade escolar.

Além de proporcionar uma oportunidade para os alunos desenvolverem trabalhos de seu interesse, pretende – se com tal evento promover a interação comunidade – escola e despertar o senso de cooperação entre todos os envolvidos com a realização da Feira.

Um dos primeiros desafios do trabalho foi incluir a Feira de Ciências no planejamento anual da escola. Nesta ocasião, em que são discutidas as propostas de todas as atividades que ocorrerão na escola durante o ano, incluiu – se o projeto

Feira de Ciências. Este planejamento aconteceu no começo do ano com a participação de todos os professores e o coordenador pedagógico.

Posteriormente a essa etapa de planejamento, realizamos a divulgação na escola. Optou-se que o trabalho fosse desenvolvido inicialmente com oficinas de Física com a participação de alunos interessados em feira de ciências. Nas oficinas os alunos desenvolvem projetos viáveis de seu interesse para serem apresentados posteriormente na Feira. A divulgação foi feita na escola por meio de cartazes (Figura 4) e avisos nas salas de aula. O cartaz em específico divulga a Feira de Ciências, mas também um link de inscrição para as oficinas (Figura 5).



Figura 4 – Cartaz de divulgação
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 5 – Link de inscrição para as oficinas de Física
Fonte: Elaborado pelo autor

O trabalho foi desenvolvido de acordo com o cronograma abaixo (Quadro 1). Note – se que começamos com a implantação de oficinas de Física. Nessas oficinas, trabalhamos com materiais de baixo custo para montar experimentos de eletrostática, termodinâmica, eletromagnetismo, mecânica, óptica e também o desenvolvimento de protótipos.

Quadro 1 – Cronograma estabelecido para a montagem da Feira de Ciências

Etapa		Intenção	Data	Responsável	Procedimento	Meio	Produto
1	Organização	Divulgação	Abril	Fábio/Professores da escola	Passar nas salas de aula divulgando o projeto de Feira de Ciências	Divulgação oral e cartazes	
2	Organização	Levantamento de interesse e possibilidades	Maio	Fábio/Professores da escola	Levantamento inicial a ser feito utilizando o GoogleDocs	Formulário no GoogleDocs	Alunos que pretendem desenvolver trabalhos em Física
3	Oficina	Apresentação e construção de materiais experimentais	10/Junho	Fábio	1ª- Oficina de Física com materiais de baixo custo com o tema eletrostática	Encontro no período inverso das aulas com alunos interessados	Relatório das atividades
4	Oficina	Apresentação e construção de materiais experimentais	17/Junho	Fábio	2ª- Oficina de Física com materiais de baixo custo com o tema eletrostática	Encontro no período inverso das aulas com	Relatório das atividades

						alunos interessados	
5	Oficina	Demonstração de experimentos de Física	01/Julho	Fábio	3ª- Oficina de Física com experimentos de termodinâmica, eletromagnetismo, mecânica e óptica	Encontro no período inverso das aulas com alunos interessados	Relatório das atividades
6	Oficina	Formação de grupos para Feira de Ciências	29/Julho	Fábio	4ª- Oficina de Física para primeira formação de grupos e <u>possibilidades</u> de projetos	Encontro no período inverso das aulas com alunos interessados	Organização de grupos e seus interesses
7	Oficina	Apresentação e montagem - protótipo 1	05/Agosto	Fábio e alunos	5ª- Oficina de Física para apresentação de <u>protótipo 1</u>	Encontro no período inverso das aulas com alunos interessados	Fotos e relatório dos projetos e formação de grupos
8	Orientação	Orientação e montagem - protótipo 2	12/Agosto	Fábio e alunos	6ª- Oficina de Física para apresentação de <u>protótipo 2</u> e formação de grupos	Encontro no período inverso das aulas com alunos interessados	Fotos e relatório dos projetos e formação de grupos
9	Oficina e orientação	Oficina de materiais de baixo custo e orientação de protótipo 3	19/Agosto	Fábio e alunos	7ª- Oficina de Física para apresentação de <u>protótipo 3</u> e construção do caleidoscópio e formação de grupos	Encontro no período inverso das aulas com alunos interessados	Fotos e relatório dos projetos e formação de grupos
10	Orientação	Orientação e montagem - protótipo 4	26/Agosto	Fábio e alunos	8ª- Oficina de Física para apresentação de <u>protótipo 4</u>	Encontro no período inverso das aulas com alunos interessados	Fotos e relatório
11	Orientação	Orientação na execução de projetos – fase final	23/Setembro	Fábio e alunos	9ª- Oficina de Física para finalização de projetos	Encontro no período inverso das aulas com alunos interessados	Fotos e relatório
12	Oficina e orientação	Conclusão de projetos e fechamento das oficinas	07/Outubro	Fábio e alunos	10ª- Oficina de Física para finalização de projetos	Encontro no período inverso das aulas com alunos interessados	Fotos e relatório
13	Organização	Fazer uma ficha de inscrição para Feira	Novembro	Fábio e professora de Física		Encontro com a professora e bolsistas do Pibid	
14	Organização	Organizar as fichas, mapear a escola por temas	Novembro	Fábio e professora de Física			
15	Feira de Ciências	Apresentação de projetos de interesse dos alunos	14/Novembro	Alunos do Ensino Médio, Fábio e bolsistas do PIBID			Fotos e relatório

Fonte: Elaborado pelo autor

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, o ensino médio tem como uma de suas finalidades a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 1996). Analisando o cotidiano de algumas escolas públicas é fácil ver que isso não acontece. A parte prática, que é estudada geralmente nos laboratórios, não acontece porque muitas vezes as escolas não possuem laboratórios, ou eles não são usados com a finalidade de um laboratório.

Como discorre Silva (2012, p. 1):

Atualmente é comum notar que em muitas escolas as aulas de Física do Ensino Médio priorizam apenas a resolução de exercícios de vestibular, oferecendo pouco espaço para vivências de práticas didáticas experimentais.

Em outro trecho o autor também comenta sobre o livro didático, que julga ineficiente no aprendizado.

O principal material didático de apoio para tais atividades de ensino, o livro didático, minimiza o espaço dedicado à teoria e discussões sobre os conceitos, privilegiando em seu lugar o destaque a fórmulas e a exercícios de fixação [...] (SILVA, 2012, p. 1).

Contudo, a inexistência de um espaço físico laboratório, não deve ser considerado um empecilho para o desenvolvimento de atividades práticas.

Quando se procura levantar os problemas que muitas vezes dificultam o uso de laboratório ouvimos respostas tais como: se encontram abandonados, estão em péssimo estado de conservação, não existem materiais, há pouco espaço para os alunos.

Para amenizar um pouco essas dificuldades associadas a laboratórios didáticos e estimular a atividade experimental, existe a alternativa de possibilitar a interação dos alunos com a prática, com a montagem de experimentos usando materiais simples, baratos, de fácil obtenção e que possam ser trabalhados em sala de aula.

Segundo Ramos (1990, p.149):

O uso de materias deste tipo é mais do que uma conveniência, reflete uma opção didática e científica de ensino, pois o resultado pedagógico é muito diferente quando, por exemplo, ensina – se a “pesar” numa balança industrializada ou numa balança construída

pelo próprio sujeito, na qual as considerações técnicas implícitas à balança ficam expostas ao sujeito durante o processo de construção. Pode – se dizer que, ao construir (mesmo apenas reproduzindo uma construção), a pessoa “aprende alguns dos macetes”, isto é, as condições técnicas de seu funcionamento. Esta vivência, igualmente lúdica, permitirá inclusive uma interação futura mais clara, mesmo com um equipamento industrializado.

O laboratório de projetos, mencionados por FERREIRA, (1978) e ANDRADE, (2010), se aproxima das oficinas de Física. No laboratório de projetos o professor oferece ao aluno a oportunidade de planejar e elaborar o seu experimento com liberdade de escolher os materiais utilizados. “O papel do professor será, então, orientar o aluno no desempenho de seu trabalho e, desde o início das atividades, incentivar e orientar aqueles que não tem, de imediato uma escolha definida” (FERREIRA, 1978, p. 23).

A ludicidade pode acontecer por meio de atividades e brincadeiras prazerosas onde o conhecimento se desenvolve de maneira divertida e interativa, podendo ser através de brinquedos, jogos, músicas e experimentos de Física.

“O desafio lúdico permeia estas possibilidades, seja pela habilidade de lidar com um brinquedo/montagem, pela competição, pela construção, pela tentativa de alterações e adaptações, ou por outros fatores subjetivos” (RAMOS,1990, p. 218). O papel da escola deve ser encarado com responsabilidade de maneira séria como (Ramos 1990, p.219) comenta em outro trecho:

[...] aprender não é brincadeira! Isto não significa que a aprendizagem não possa ser encarada com a mesma alegria e o prazer, inerentes às atividades lúdicas. Para se fazer isto, ou construir e pesquisar, não é preciso que a escola seja grave o carrancuda. Requer, porém, a mesma seriedade do jogo: ter convicção sem perder de vista o prazer (a afetividade positiva).

2.1 As Feiras de Ciências

Feiras de Ciências podem proporcionar ao aluno um contato com experiências, observação de fenômenos, determinação de leis e uma relação entre a teoria e o experimento.

Segundo Mancuso (2000, p. 2):

Ao iniciarem no Brasil, na década de 1960, as primeiras Feiras Escolares serviram para familiarizar os alunos e a comunidade escolar com os materiais existentes nos laboratórios, antes quase inacessíveis e, portanto, desconhecidos na prática pedagógica.

Segundo Barcelos et al (2010, p. 216):

Algo comum era a repetição, pelos alunos, nas Feiras de Ciências, de experimentos descritos nos livros didáticos ou daqueles desenvolvidos no Laboratório (FRACALANZA, 1993 apud BARCELOS et al 2010). Apesar dessa prática reprodutivista, a apresentação dos trabalhos para a sociedade por intermédio da Feira de Ciências constituía uma oportunidade única para os alunos ocuparem o lugar de sujeito-falante e entusiasmado com a Ciência, algo não vivenciado em sala de aula. Mesmo a Feira de Ciências sendo praticada na lógica da receita, e não da ação criativa, esse evento era considerado excelente pelos alunos, em função de ser uma forma diferente de aprender.

As Feiras de Ciências são uma mostra de trabalhos extra-classe, durante um encontro escolar nos quais alunos apresentam seus projetos (que podem ser experimentos científicos), que são desenvolvidos por eles com apoio dos professores da escola. Em tais ocasiões os professores assumem um papel pouco comum nas atividades de Educação Básica como orientadores.

Como já mencionado, as Feiras de Ciências proporcionam uma grande interação dos alunos com as atividades experimentais, proporcionando o desenvolvimento crítico dos mesmos, como menciona (ROSA, 1995, p. 224):

Pode parecer estranho uma vez que na literatura encontramos várias "vantagens" de uma feira de ciências: despertar o interesse pela investigação científica, desenvolver habilidades específicas ou de interesse, promover a interação comunidade - escola, desenvolver o senso crítico, despertar o senso de cooperação, etc. Esses são, sem dúvida, atributos importantes, mas não das feiras e sim das atividades experimentais. São essas que desenvolvem essas atitudes e habilidades.

O professor não deve se limitar ao livro e ao conteúdo de sua disciplina. A prática docente deveria utilizar mais o método prático, alicerçado na experimentação, no qual o aluno venha a construir e reinventar, e não somente transmitir informações.

Segundo Alves et al (2004, p. 47):

A formação que hoje recebem nossos alunos se mostra ineficiente em sua função de prepará-los para uma sociedade autônoma e suficiente, que produza conhecimento e que desenvolva suas capacidades a partir de suas necessidades. A necessidade de uma formação que contribua para o desenvolvimento de capacidades científicas que contribuam para a realização de pesquisas que tragam benefícios, como a construção de conhecimento e a criação de novas tecnologias, torna-se não só necessária, mas vital para qualquer sociedade. Urge, no Brasil, a transformação de uma sociedade consumidora para produtora de tecnologias voltadas a

solução de seus problemas. Para isso, precisamos focar em projetos pedagógicos que estimulem alunos e professores a realizar pesquisas e que o uso de metodologias, sejam elas científicas ou de engenharia, sejam estimuladas para adequarmos estas pesquisas a padrões desejáveis, tornando – as documentos de pesquisas para as futuras gerações.

Feiras de ciências, que vislumbrem a criação de projetos pensados e desenhados pelos próprios alunos, supervisionados pelos professores, que possuam suas identidades e que os tornem produtores de novas tecnologias e novos conhecimentos que contribuem para uma melhor qualidade educacional destas escolas e conseqüentemente numa melhor formação desses alunos.

2.2 A aprendizagem significativa e os subsunçores

A *aprendizagem significativa* acontece quando uma nova informação ancora-se em conceitos preexistentes (subsunçores) na estrutura cognitiva do aluno. A ocorrência dessa aprendizagem significativa é fundamental para o crescimento e evolução do conceito subsunçor. O conhecimento pode ser construído de modo a relacionar com outros novos conceitos facilitando a compreensão de novas informações.

Segundo Marco Antonio Moreira (2012, p. 30):

Em termos simples, *subsunçor* ou *idéia-âncora* é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles.

Moreira (2012) exemplifica tal situação sob a luz da teoria ausubeliana da Aprendizagem Significativa mencionando que, para um aluno que já reconhece a Lei da Conservação da Energia em sua aplicação à energia mecânica, resolver problemas onde há transformação de energia potencial em cinética e vice-versa corrobora o conhecimento prévio, proporcionando maior estabilidade cognitiva e possivelmente maior clareza. Mas ao ser apresentado à Primeira Lei da Termodinâmica (seja em uma aula ou na leitura de um livro) como a Lei da Conservação da Energia aplicada a fenômenos térmicos ele dará significado a essa nova lei ao “acionar” seu conhecimento anterior – o subsunçor Conservação da Energia. Mas em tal processo o conhecimento (conservação de energia) ficará mais

rico, mais elaborado, terá novos significados, pois a Conservação da Energia ampliou-se incluindo não apenas ao campo conceitual da Mecânica (como inicialmente), mas também o da Termodinâmica.

3 METODOLOGIA

3.1 O desenvolvimento do trabalho

O trabalho foi desenvolvido sob o paradigma das pesquisas qualitativas, registrando-se em caderno de campo os passos e o desenvolvimento dos trabalhos, as tarefas de organização, as áreas da Física de maior interesse e registrando todos os experimentos realizados.

Nesta pesquisa procuramos observar características que podem evidenciar reações relevantes por parte dos alunos, tais como: demonstrações de interesse e indícios de aprendizagem a partir dos experimentos didáticos realizados nas Oficinas de Física e os projetos apresentados na Feira de Ciências, que vão de encontro com objetivos das atividades experimentais no ensino de Física.

3.2 As oficinas de Física

O papel das oficinas de Física é preparar os alunos para apresentar experimentos de Física na Feira de Ciências. Nessas oficinas os alunos são estimulados não só a desenvolverem projetos viáveis como também a construir instrumentos ou aparelhos, usando material de baixo custo, com os quais montaram seus experimentos. Nas primeiras oficinas de Física foram demonstrados e construídos vários experimentos de Física que serão descritos a seguir. No decorrer do ano esses experimentos deram espaço para os alunos estudarem seus projetos e trabalharem neles para que no dia da Feira de Ciências estejam com uma boa base teórica e projetos bem elaborados. No quadro 1, apresentamos o cronograma de desenvolvimento do trabalho de organização da Feira de Ciências. E a seguir descreveremos em detalhes a metodologia utilizada, detalhando as oficinas, os experimentos e os conceitos físicos. Apesar de discutir os conceitos Físicos nas oficinas de Física, não nos preocupamos com a formulação matemática, mas algumas destas serão apresentadas aqui.

O Eletroscópio

O eletroscópio é um dispositivo destinado a identificar a presença de carga elétrica (TIPLER, 2000) que também pode ser usado para verificar se os materiais são condutores ou isolantes. No eletroscópio da figura 6 o papel de bala de coco está em contato com a cartolina amarela que é ligada por um grampo ao “chapeú”. Quando um corpo carregado se aproxima do eletroscópio o papel de bala se ergue (eletrização por indução), indicando a presença de cargas elétricas. Ao tocar o eletroscópio com um canudo de refresco carregado (eletrizado por contato) observa-se que o papel de bala permanece levantado. Isto deve-se ao fato de que parte das cargas que estão no canudo de refresco foram transferidas para o papel de bala e para a cartolina. Desta forma, podemos afirmar que as cargas que estão no papel de bala e na cartolina são iguais.

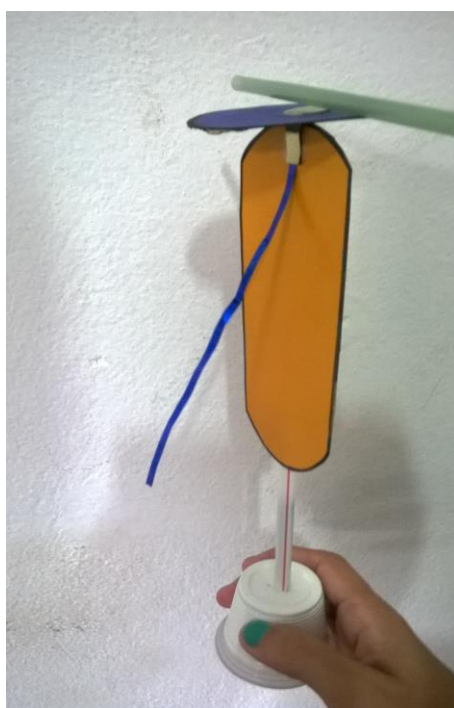


Figura 6 – Eletroscópio
Fonte: Elaborado pelo autor

O Canudinho que gruda na parede

Quando o canudo de refresco é atritado com o papel higiênico (Figura 7) fica com excesso de cargas, “grudando” na parede. Este fenômeno acontece por causa do excesso de cargas negativas no canudo (Figura 8), ou seja, é possível verificar que existe uma força atrativa entre o canudo de refresco e a parede (Lei de Coulomb).

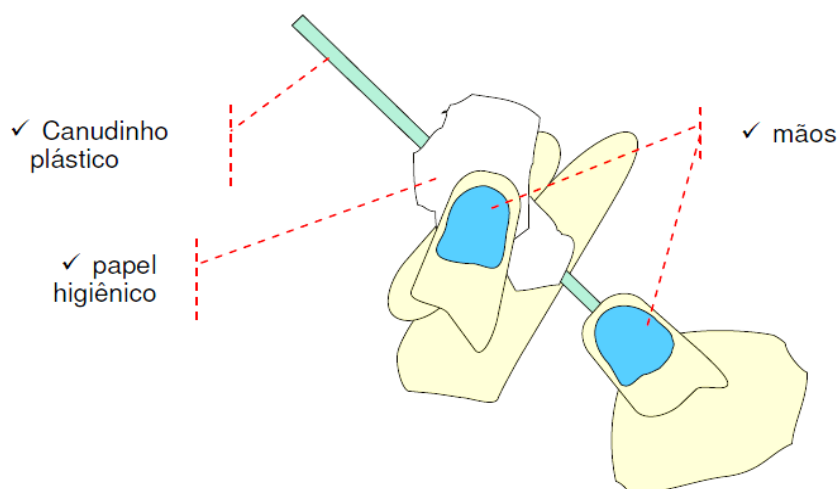


Figura 7 – Procedimento de eletrização por atrito
Fonte: Ferreira & Ramos, 2008

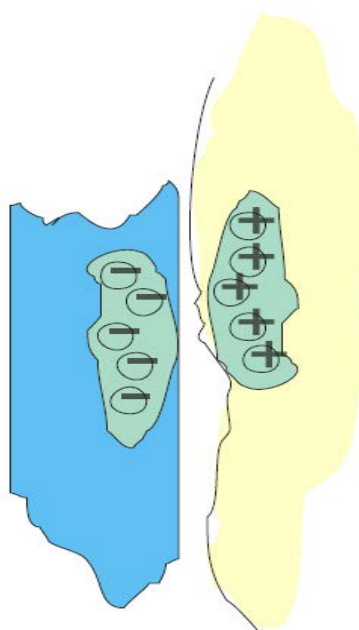


Figura 8 – Canudo (parte azul) sendo atraído contra a parede
Fonte: Ferreira & Ramos, 2008

O Eletróforo

O eletróforo é um instrumento empregado para gerar eletricidade estática. Este instrumento desperta grande curiosidade nos alunos devido ao fato de poder “dar choque”, quando a forma de pizza (Figura 9) é eletrizada por indução. Para fazê-lo funcionar, eletrizamos por atrito (TIPLER, 2000) a placa de PVC, utilizando papel higiênico. A placa de PVC, por ser um material isolante, retém as cargas elétricas na região atritada. Depois, seguramos o eletróforo pelo cano e o colocamos em cima da placa de PVC eletrizada. Nesta situação, ocorre a polarização de cargas na forma de alumínio, sendo possível carregá-la através do aterramento (momento em que é tocado com o dedo). O eletróforo fica carregado por indução. No momento em que se toca com o dedo para fazer o aterramento, é possível sentir um pequeno choque. Aos medrosos, sugere-se que usem uma lâmpada de neon para verificar que a forma esta eletrizada.

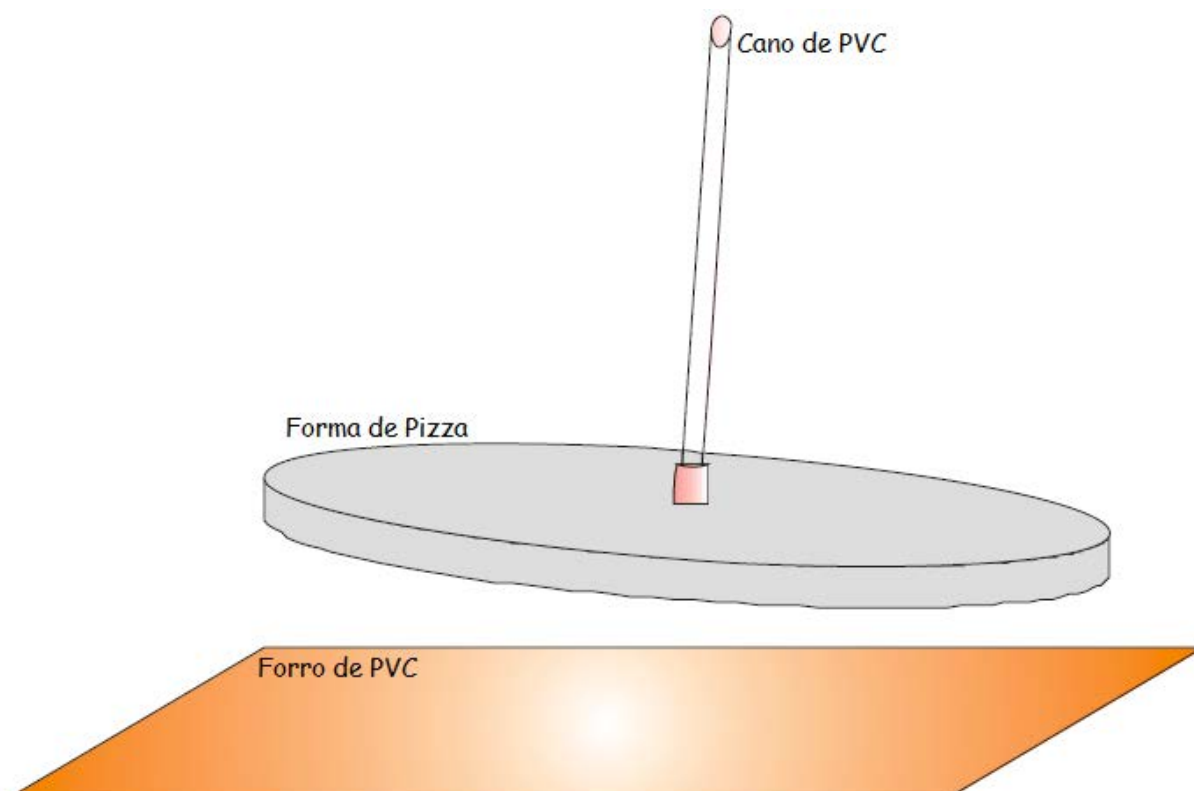


Figura 9 – Eletróforo de pizza
Fonte: Ferreira & Ramos, 2008

O Eletróforo (2ª parte)

Na segunda parte da demonstração carregamos o eletróforo e colocamos pequenos pedaços de papéis de bala de coco em cima da forma do eletróforo. Como estes papéis são eletrizados por contato com a forma de alumínio, espera-se que as cargas tenham o mesmo sinal. Quando levantamos o eletróforo, os papéis são expelidos da forma (figura 10). Se houve uma repulsão que permitiu expelir os pedaços de papel, podemos com certeza afirmar por meio da Lei de Coulomb (TIPLER, 2000) que as cargas dos papéis e da forma são iguais.



Figura 10 – Eletróforo e pequenos pedaços de papel sendo repelidos da forma
Fonte: Martins & Ramos, 2014

A Gaiola de Faraday

A Gaiola de Faraday foi construída pelo cientista britânico Michael Faraday, nesta é possível comprovar que no interior de um condutor o campo elétrico é nulo, de modo que as cargas se distribuem de maneira homogênea na superfície. Na oficina de Física, a gaiola de Faraday foi carregada através da eletrização por contato, usando o canudo de refresco (Figura 12). Depois de carregar, o que se espera é que todas as fitinhas fiquem erguidas, porém se curvamos a folha de papel fazendo uma espécie de cilindro, pode-se observar que as fitinhas só ficarão erguidas no exterior (Figura 13).

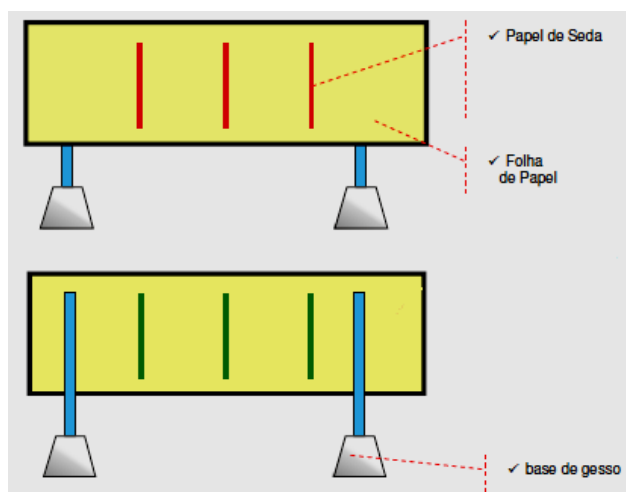


Figura 11 – Esquema da gaiola de Faraday

Fonte: Ferreira & RamoS, 2008



Figura 12 – Alunos interagindo com o experimento

Fonte: Elaborado pelo autor

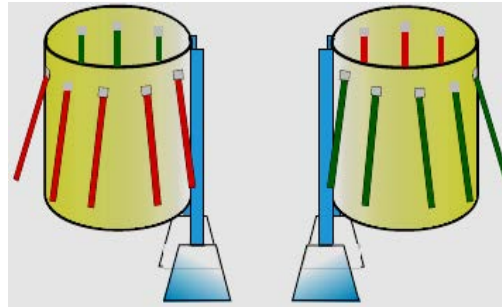


Figura 13 – Gaiola de Faraday em um formato cilíndrico
Fonte: Ferreira & Ramos, 2008

Podemos demonstrar matematicamente este efeito usando a Lei de Gauss (equação 1).

$$\oint \vec{E} \cdot \hat{n} da = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0} \quad (1)$$

$$E \int da = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0}$$

$$EA = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{Q_{int}}{A\epsilon_0} \hat{r}$$

$$Q_{int} = 0 \text{ (cargas na superfície)}$$

$$\vec{E} = \vec{0}$$

O fenômeno que acontece na gaiola de Faraday é conhecido como blindagem eletrostática e ele é muito utilizado em nosso cotidiano. Por exemplo, carros e aviões, que desempenham uma função de gaiolas de Faraday, nos protegendo de descargas elétricas. Este fato entra em discordância com o pensamento popular que acredita nos pneus do carro para sua proteção. As construções também podem ser feitas usando a blindagem eletrostática, a fim de proteger os equipamentos eletrônicos. Essa blindagem pode ser vista com um outro experimento muito simples, pegando um celular e embrulhando-o em papel alumínio. O alumínio por ser um material condutor vai funcionar como uma gaiola de Faraday e o celular ficará sem sinal.

Correntes de Convecção

Esse experimento é muito visual e geralmente os alunos gostam, na oficina não foi diferente. Na figura 14 podemos observar uma parte da demonstração em que duas garrafas unidas na vertical, entretanto o líquido azul e a água não se misturam. Isso ocorre pois o líquido azul está quente e a água fria, não havendo convecção². Todavia se alterarmos a posição (colocando a garrafa com líquido azul na parte de baixo), a convecção ocorre. Essa, ocorre quando um fluido é aquecido, aumentando o seu volume. Esse aumento no volume, considerando que não houve perda de massa, provoca uma diminuição da densidade do fluido na região, com a consequente movimentação de partes do líquido.

No caso da demonstração, devido ao fato de os fluidos mais densos (frio) ficarem abaixo dos menos densos (quente), o fluido aquecido começa a subir provocando uma corrente ascendente. A medida em que a corrente quente sobe aquece as camadas acima, enquanto a própria corrente esfria, sofrendo um processo inverso, formando as correntes de convecção, pelas quais o fluido se aquece.



Figura 14 – Garrafas PET com águas em diferentes temperaturas
Fonte: Elaborado pelo autor

² Não discutirei neste trabalho a configuração em que as garrafas são colocadas horizontalmente, um outro problema interessante que não foi foco de nosso trabalho.

O Dínamo de Faraday

A Lei de Faraday enuncia que: A força eletromotriz (ε) induzida em uma espira é diretamente proporcional à variação do fluxo magnético que a atravessa e inversamente proporcional ao intervalo de tempo em que essa variação ocorre (GASPAR, 2005). Matematicamente a Lei de Faraday pode ser expressa através da equação 2 (NUSSENZVEIG, 2003). O sinal negativo da Lei de Faraday está ligado à polaridade da tensão induzida, que é discutido na Lei de Lenz.

$$\varepsilon = - \frac{d\phi_c}{dt} \quad (2)$$

O dínamo de Faraday (figura 15) é um experimento que mostra a transformação da energia mecânica, através do giro da manivela, em energia elétrica. Observa-se que a manivela está conectada em uma polia e esta, através de um elástico, a um motorzinho de DVD, quando o motorzinho gira produz em seu interior uma variação do campo magnético, fazendo com que o led se acenda.

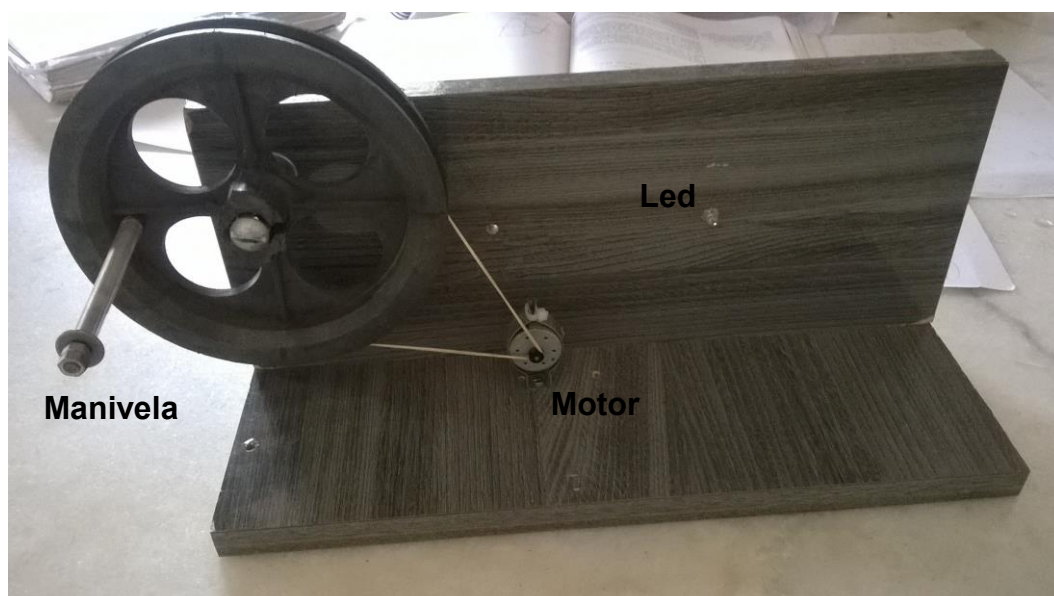


Figura 15 – Dínamo de Faraday
Fonte: Elaborado pelo autor

O pêndulo de Newton

O pêndulo de Newton (figura 16) foi construído a partir de uma série de pêndulos adjacentes uns dos outros. O comportamento do pêndulo decorre da conservação do momento e da energia. Pode-se explicar este efeito como se fosse uma onda de impacto que se propaga entre um pêndulo e outro. Os alunos acreditavam que, ao soltar uma bolinha de um lado, o pêndulo todo iria se movimentar. Depois de mostrar o efeito com uma bolinha, perguntei o que aconteceria se eu soltasse duas. Acharam também que, quando soltasse duas bolinhas, apenas uma iria se erguer, o que também não ocorre, pois sabemos que o número de bolinhas soltas de um lado será igual o número de bolinhas erguidas do outro.



Figura 16 – Pêndulo de Newton
Fonte: Elaborado pelo autor

O disco de Newton

O disco de Newton (figura 17) é um experimento que demonstra a composição da luz. Recebeu esse nome pelo fato do físico inglês Isaac Newton ter descoberto que a luz branca é uma mistura de luzes de todas as cores em proporções aproximadamente iguais. Ele demonstrou isto fazendo a luz branca (luz do sol) incidir em um prisma de vidro e observou qual era o espectro da luz refratada. No prisma de vidro o ângulo de refração depende do comprimento de onda, então, a luz refratada se espalha no espaço e as cores podem ser observadas isoladamente, como em um arco-íris (TIPLER, 2000). Ao entrar em rotação, cada cor do disco se sobrepõe, dando a sensação de mistura formando uma cor “próxima” do branco.



Figura 17 – Disco de Newton
Fonte: Elaborado pelo autor

O caleidoscópio

O caleidoscópio (figura 18) é um instrumento óptico que reflete a luz. O nosso caleidoscópio foi construído com réguas de plástico de 15cm de modo a formar um prisma (tubo com sessão reta triangular) revestido externamente com papel escuro. Através do reflexo da luz exterior em espelhos (réguas), é possível observar em cada movimento diversas combinações de belos efeitos visuais. Dentro do caleidoscópio é fácil perceber que o ângulo que se forma é de 60°, portanto, podemos equacionar o número de imagens que se formará a partir deste ângulo (equação 3).

$$n = \frac{360}{\alpha} - 1, \quad (3)$$

onde n é o número de imagens.

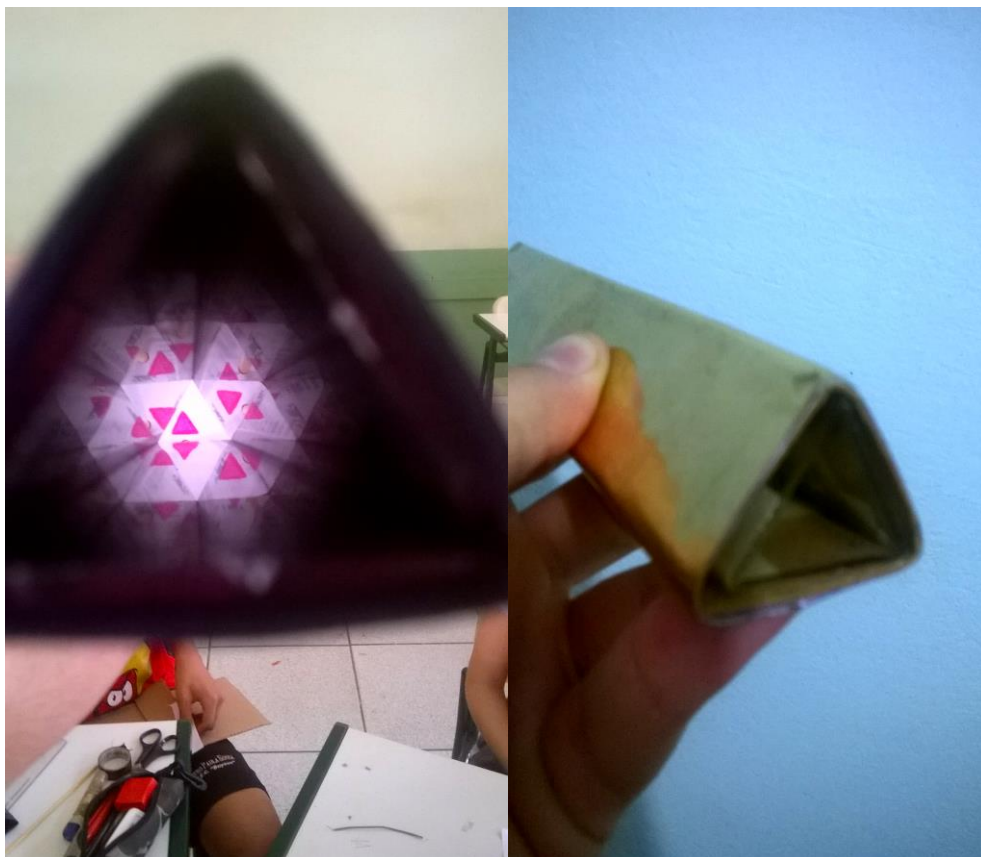


Figura 18 – Fotos do Caleidoscópio
Fonte: Elaborado pelo autor

A figura 19 destaca os experimentos construídos com os alunos e quais foram de demonstração. Na metodologia de ensino das oficinas de Física deste trabalho fizemos o uso de duas práticas experimentais, a construção de experimentos didáticos de baixo custo e as experiências de cátedra.

Segundo Norberto Ferreira (1978) os principais objetivos de uma experiência de cátedra são: ilustrar e ajudar a compreensão das matérias desenvolvidas nos cursos teóricos, tornar o conteúdo interessante e agradável, desenvolver a capacidade de observação e reflexão dos alunos.



Figura 19 – Metodologia das Oficinas de Física

Fonte: Elaborado pelo autor

Durante as oficinas de Física, alguns alunos manifestaram interesse de formar grupos para desenvolverem projetos. No total os alunos tiveram quatro oficinas para melhorarem seus protótipos, como mostrado o quadro 1 (p. 17). Para este trabalho escolhemos seis grupos da oficina de Física para discutir a evolução dos protótipos e mostrar quais deles chegaram na versão final. Para compreender melhor a evolução dos protótipos de cada grupo apresentamos o quadro 2 com as respectivas propostas dos grupos e fizemos as análises tanto dos protótipos que chegaram até a versão final como daqueles que foram abandonados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo o cronograma do quadro 1, os projetos começaram a ser pensados e propostos pelos alunos em julho de 2015, ou seja, na quarta oficina de Física. Observa-se que a criatividade dos alunos é grande e isso foi aproveitado nas oficinas deixando fluir a curiosidade, criatividade e força de vontade para eles desenvolverem seus projetos.

Nota-se que algumas possibilidades de projetos (quadro 2) não existem ou estão fora do alcance das oficinas de Física e da Feira de ciências, como por exemplo um gerador infinito que seria capaz de fornecer energia indefinidamente, turbina de avião e Física Quântica. Um dos objetivos das oficinas é estabelecer um contato dos alunos com o experimento, incentivando – os e preparando-os para a Feira de Ciências, de modo que saibam o que estão fazendo e quais são os fenômenos envolvidos em seus projetos. Mas mesmo sabendo que não existe um gerador infinito e, que experimentos de Física quântica e uma turbina de avião são inviáveis, não os desanimei nem os fiz desistir.

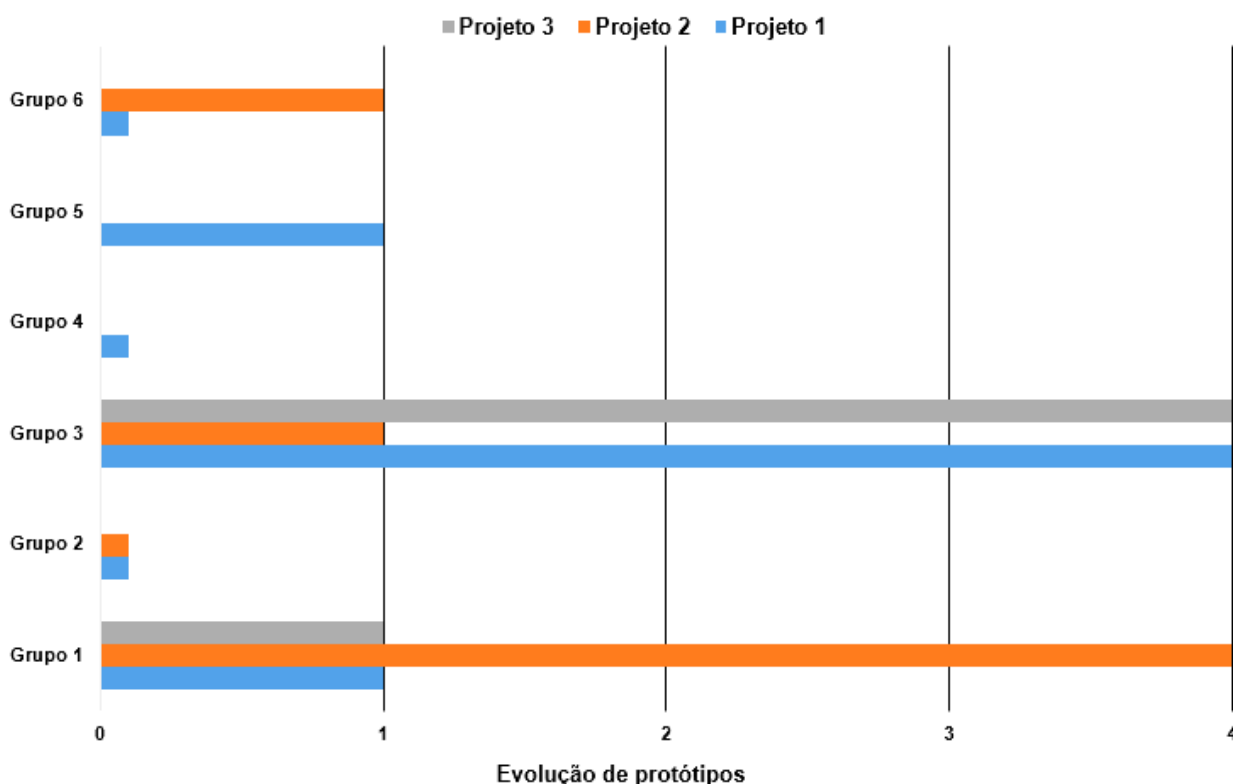
Quadro 2 – Grupos da Oficina de Física

	Oficina 4	Oficina 5	Oficina 6	Oficina 7	Oficina 8	Oficinas 9 e 10
	Possibilidades de Projetos	Protótipo 1	Protótipo 2	Protótipo 3	Protótipo 4	Projeto Final
Grupo 1	1. Gerador Infinito 2. Luz Negra 3. Holograma de celular	1. Gerador Infinito 2. Luz Negra 3. Holograma de celular	2. Luz Negra	2. Luz Negra	2. Luz Negra	2. Luz Negra
Grupo 2	1. Cinema na caixa 2. Projetor de celular	_____	_____	_____	_____	_____
Grupo 3	1. Gerador de energia solar 2. Balão de saco plástico 3. Gerador eólico	1. Gerador de energia solar 2. Balão de saco plástico 3. Gerador eólico	1. Gerador de energia solar 3. Gerador eólico	1. Gerador de energia solar 3. Gerador eólico	1. Gerador de energia solar 3. Gerador eólico	1. Gerador de energia solar 3. Gerador eólico
Grupo 4	1. Experimento de Física Quântica	_____	_____	_____	_____	_____
Grupo 5	1. Experimento do livro do Gaspar	1. Experimento do livro do Gaspar	_____	_____	_____	_____
Grupo 6	1. Turbina de avião 2. Rádio Galena	2. Rádio Galena	_____	_____	_____	_____

Fonte: Elaborado pelo autor

Não se trata de proporcionar completa liberdade aos alunos, por exemplo, deixar que façam uma bomba na Feira de Ciências. Isso pode ser perigoso e pode colocar em risco a integridade física das pessoas. A fluidez que me refiro é não menosprezar, mas sim orientá-los em um outro projeto que possam realiza-lo. O interessante é que os próprios alunos ao verem que o projeto é inviável, mudam de ideia e desistem. Constatamos que os projetos mais mirabolantes não chegaram muito longe, pois os alunos perceberam sozinhos a inviabilidade de seus projetos. Outro fato, foi o desinteresse dos alunos por alguns projetos que eram viáveis, por não gostarem do que estavam fazendo ou não perceberem a complexidade. No gráfico 1 apresentamos a evolução dos protótipos³, tendo em vista as possibilidades apresentadas no quadro 2.

Gráfico 1 – Evolução dos protótipos em relação aos projetos propostos nas oficinas



Fonte: Elaborado pelo autor

³ Protótipo: entendemos como *protótipo* uma fase de testes e/ou planejamento de um projeto proposto pelos estudantes.

4.1 É dia de Feira

A Feira de Ciências foi realizada no dia 14 de novembro de 2015 (sábado) a partir das 9 horas da manhã, na escola técnica Prof. Armando Bayeux da Silva localizada no centro de Rio Claro (SP). Ela se caracterizou como um evento escolar extra-classe, tendo sido organizada com o auxílio de alguns estagiários do PIBID e alguns dos professores da escola.

Por que se escolheu o sábado para realizar a Feira de Ciências? Quando a feira foi proposta para ser inserida no planejamento da escola, não houve nenhuma objeção, como se todos os professores estivessem dispostos a ajudar na organização da feira e na elaboração dos projetos com os alunos. Mas, no momento em que foi preciso definir uma data, alguns professores entraram em desacordo quando cogitado que o evento acontecesse em um dia de semana, pois os alunos perderiam um dia de aula. Na realidade, não percebiam que o aluno poderia ganhar com a Feira. Podemos tirar uma lição desta experiência: existem professores que não querem ou não se empenham em ter uma Feira de Ciências na escola.

A Feira de Ciências possibilitou que experimentos didáticos aparecessem de maneira bastante significativa. Na oportunidade, os alunos mostraram seus interesses por meio de projetos desenvolvidos pelos mesmos, com apoio de professores e bolsistas da escola, que assumiram um papel de orientadores. Nessa Feira de Ciências os alunos foram responsáveis pelo desenvolvimento e apresentação de seus projetos à comunidade. Além de permitir que os alunos desenvolvessem trabalhos de seus interesses, o evento promoveu a interação comunidade – escola e despertou o senso de cooperação entre todos os envolvidos na organização da Feira.

O evento escolar foi organizado sem fins lucrativos e aberto ao público com entrada franca, recebendo visitas de familiares, amigos de alunos, professores e estudantes da UNESP – RC, professores e funcionários da escola Bayeux e outros alunos que não apresentaram projetos.

A Feira de Ciências contou com a participação de 19 grupos de alunos, constituídos por um número de integrantes variando de um a cinco. Esses grupos desenvolveram projetos em diferentes áreas do conhecimento, como mostra o quadro 3. Os grupos que trabalharam com projetos envolvendo Física contaram com

a colaboração de estudantes bolsistas do PIBID, que cursam licenciatura em Física na UNESP – Rio Claro.

Quadro 3 – Grupos e projetos que se apresentaram na Feira de Ciências
Os grupos assinalados com (*) são oriundos das oficinas

Grupo	Projeto	Área do conhecimento
1 (*)	Experiência sobre a luz negra	Física
2	Microscópio com gota de água	Física
3	Labirinto elétrico	Física
4	Aprendendo Física com histórias em quadrinhos	Física
5	Experimentos de baixo custo sobre eletrostática e óptica	Física
6	Gerador termoelétrico	Física
7	Gerador eólico	Física
8 (*)	Geradores de energia eólica e solar	Física
9	Física, matemática e música	Física
10	Cine Física	Física
11	Aprendendo Física com video – game	Física
12	O Dínamo de Faraday	Física
13	Furacão magnético – <i>não foi apresentado</i>	Física
14	Fermentação alcoólica e produção de etanol	Química
15	O líquido sólido	Química
16	Reações com catalizadores	Química
17	Jogo de química	Química
18	Apresentação de slides sobre bactéria	Química
19 (*)	Exposição de poesias	Literatura

Fonte: Elaborado pelo autor

O quadro 3 apresenta todos os projetos da Feira de Ciências, entretanto, serão destacados aqui a análise de alguns grupos não por questão de serem melhores ou piores que outros, mas como já mencionado nos objetivos, serão analisados os experimentos de maior interesse sob o ponto de vista físico, discutindo de maneira aprofundada suas características teóricas e experimentais. Os grupos 1, 3 e 4 da Oficina de Física (quadro 2, p. 35) correspondem, respectivamente, aos grupos 1, 8 e 19 da Feira de Ciências (quadro 3). Os grupos que estão marcados com asterisco (*) foram aqueles que participaram da Oficina de Física (quadro 4).

Quadro 4 – Grupos que participaram da Oficina de Física e da Feira de Ciências

Oficina de Física	Projetos apresentados na Feira de Ciências
1*	Discussão sobre a luz negra
8*	Geradores de energia eólica e solar
19*	Exposição de poesias

Fonte: Elaborado pelo autor

A seguir, analisaremos alguns dos grupos apresentados no quadro 3. Os grupos escolhidos para análise foram dois grupos que participaram da Oficina de Física, grupos 1 e 8. E outros cinco grupos que participaram apenas da Feira de Ciências. Faremos uma análise comparativa entre os grupos 7 e 8 devido a semelhança entre os temas apresentados.

4.1.1 Experiência sobre a Luz Negra - Grupo 1

Análise: Durante as oficinas este grupo tentou desenvolver o gerador infinito, mas ao perceber que era um trabalho inviável optou pelo projeto dois, que consistiu em fazer uma discussão sobre a radiação ultra – violeta. Apesar do aluno ter trabalhado nas oficinas de Física e ter ouvido a recomendação para que não fizesse apenas o uso da lâmpada por ser uma experiência pronta, o aluno insistiu. Apenas ascender uma lâmpada de luz negra (figura 20) na Feira de Ciências mostra que essa situação não leva de fato uma grande contribuição para o aprendizado.

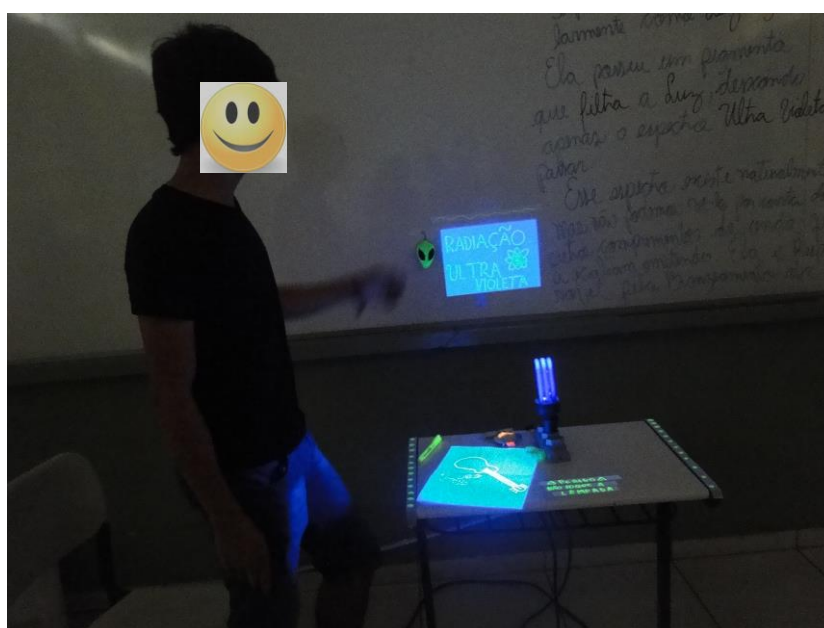


Figura 20 – Luz negra discutida pelo aluno do 1º ano
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.2 Labirinto Elétrico - Grupo 3

Análise: Este grupo do 2º ano chamou muita atenção na Feira de Ciências devido ao experimento do labirinto elétrico (figura 21). Tal experimento consiste em um conjunto de baterias ligadas a um circuito previamente aberto. Este experimento pode testar a coordenação motora das pessoas através de um circuito elétrico. Se houver o contato do suporte que a pessoa está manuseando com o fio de arame o circuito é fechado, a sirene toca e a luz acende. Esta situação mostrou que os alunos tiveram um contato diferente com a Física, puderam observar através de seu experimento como é a disposição e as ligações dos componentes que estão em paralelo e em série em um circuito elétrico.

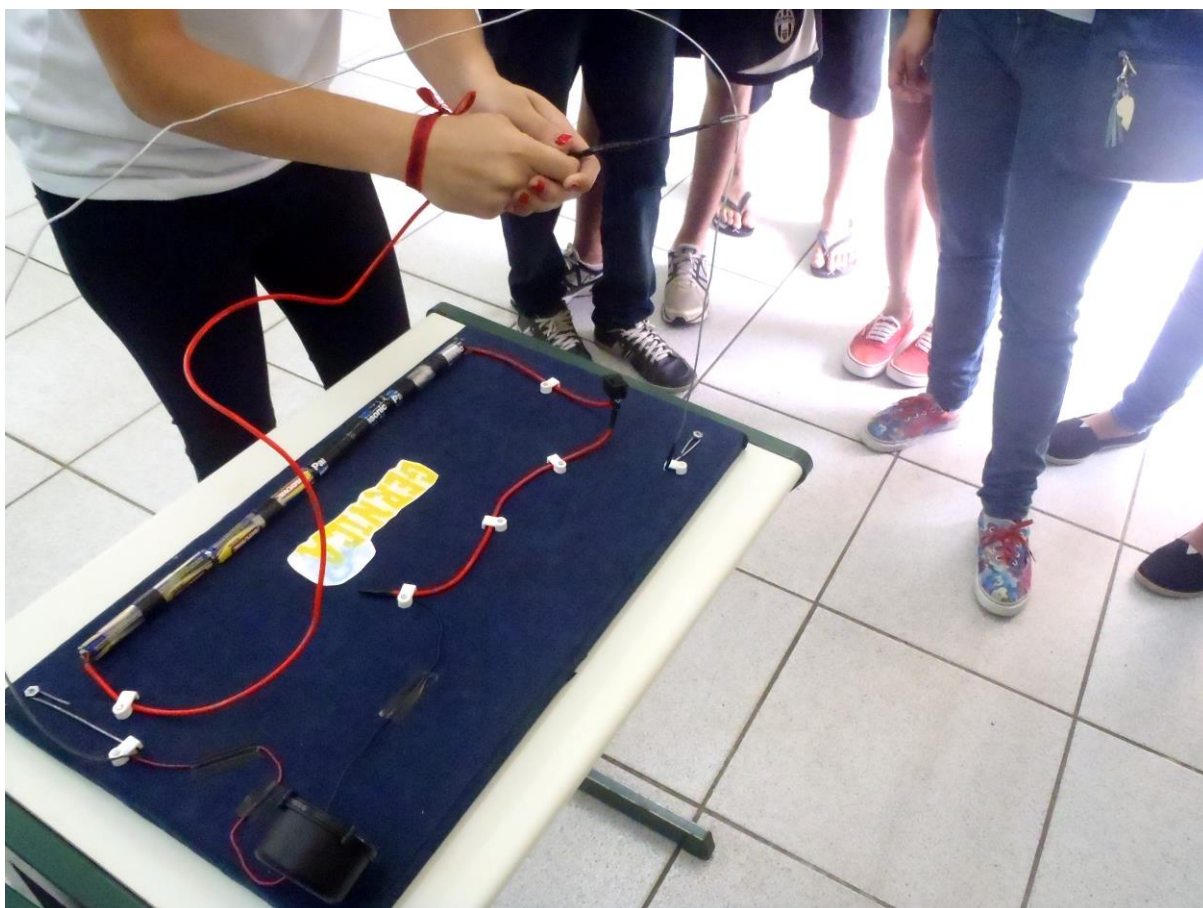


Figura 21 – Labirinto elétrico
Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.3 Gerador Termoelétrico - Grupo 6

Análise: O gerador termoelétrico (figura 22) possui dois recipientes (um com água quente e outro com água fria) ligados por meio de uma placa de Peltier que é colocada entre os recipientes. O efeito Peltier, também conhecido como *Força eletromotriz de Peltier* é o reverso do efeito Seebeck em que acontece a geração de diferença de potencial por causa de diferentes de temperaturas. Os efeitos Seebeck e Peltier podem ser considerados um só fenômeno, denominado de efeito Peltier-Seebeck ou efeito termoelétrico. Ou seja, são efeitos que podem ser considerados como diferentes manifestações para um fenômeno físico. Em princípio o assunto é complexo para os alunos e não é visto em sala de aula. O que chama atenção é o interesse por temas pouco comuns e a criatividade mostrada na montagem do experimento.

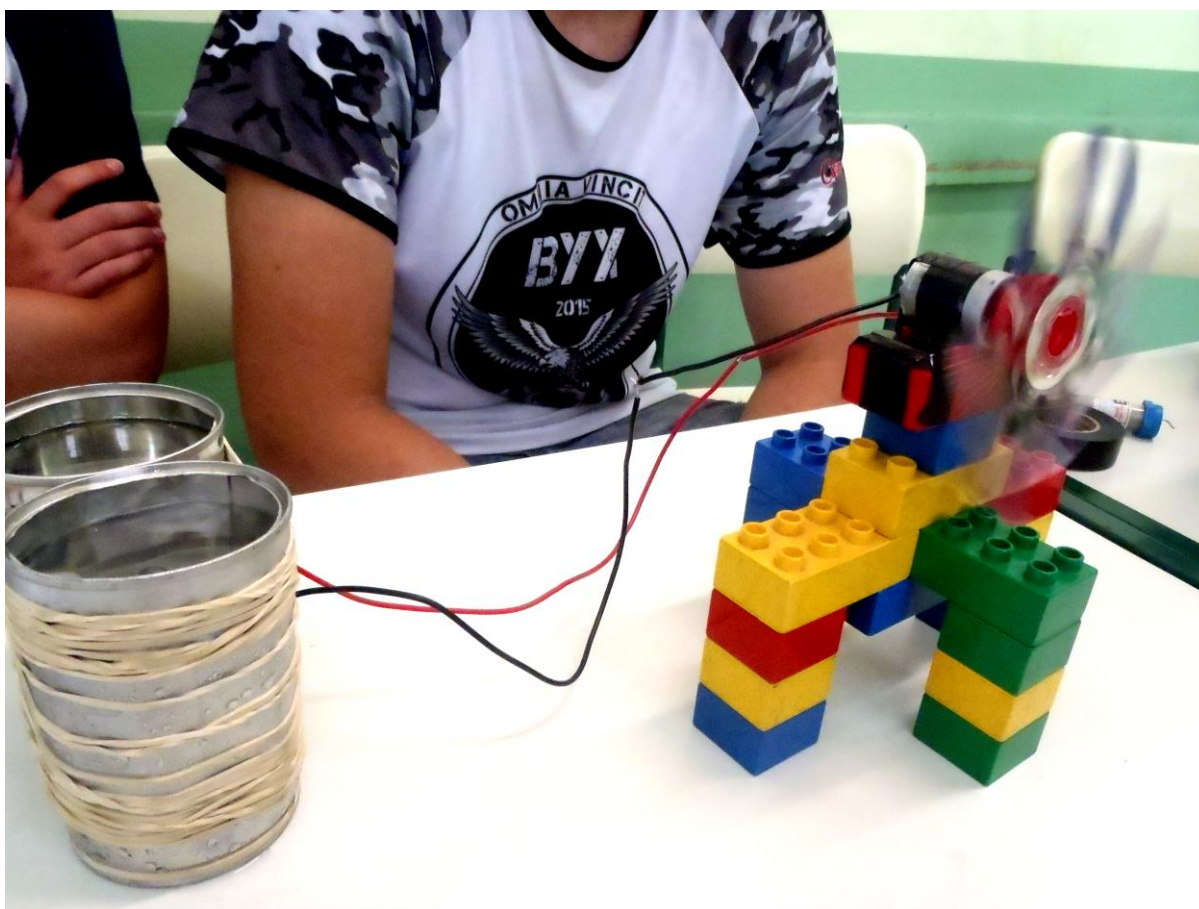


Figura 22 – Gerador termoelétrico discutido pelos alunos do 2º ano
Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.4 Discussão sobre os Grupos 7 e 8

Os alunos do 2º ano, que pertenciam ao grupo 7, utilizaram uma armação de brinquedo conectada a um cano de PVC que liga o motor a uma luz vermelha (de dentro da armação até o motorzinho de DVD). Quando o motor está girando devido a um ventilador (figura 23), a luz acende. O grupo fez uma abordagem histórica das usinas eólicas no Brasil, todavia pouco falaram da Física presente no experimento.



Figura 23 – Gerador eólico do grupo 7

Fonte: Elaborado pelo autor

O grupo 8 (1º ano) construiu uma casinha de palitos de sorvete com um LED em cima de uma base de argila. A base de argila está imersa em uma bacia de barro com água e corante, simulando uma espécie de ilha. Ao lado da casinha tem-se também um cano de PVC pintado de prata. Neste cano está conectado um motor que gira hélices, formando uma espécie de gerador eólico da casinha (pag. 57).

Para acioná-lo os alunos utilizaram um outro motor semelhante, que fornecerá o “vento”. Para o funcionamento fizeram um circuito elétrico dentro do cano de PVC com um interruptor, quando ligado, pode ser colocado em frente ao motor da casinha, fazendo girar as hélices (Figura 24).

O grupo fez uma abordagem mais conceitual, citando a Lei de Faraday e explicando conceitos sobre ela.



Figura 24 – Gerador eólico do grupo 8

Fonte: Elaborado pelo autor

Isso mostra que apesar de dois grupos terem feito as “mesmas” experiências, pode-se verificar que os alunos que participaram das Oficinas de Física fizeram uma apresentação mais consistente do ponto de vista do conhecimento, fazendo a discussão dos conceitos físicos envolvidos no experimento (Figura 25). Essa situação retrata as consequências de um trabalho feito a longo prazo, como o realizado nas oficinas de Física.



Figura 25 – Destaque para o cartaz da Lei de Faraday do grupo 7

Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.5 “Física, matemática e música” - Grupo 9

Análise: O aluno do 3º ano trouxe vários instrumentos musicais para explicar um pouco sobre a relação da Física e da matemática com o som e música (figura 26), através dos diferentes timbres e relacionando comprimentos de cordas, intervalos, notas, números inteiros e frações. O próprio aluno afirmou no dia da Feira de Ciências que não gostava de Física mas, mesmo assim optou em desenvolver o trabalho.



Figura 26 – Aluno apresentando o projeto Física, matemática e música

Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.6 O Dínamo de Faraday - Grupo 12

Análise: O Dínamo de Faraday é uma máquina que converte energia mecânica em energia elétrica, através da indução eletromagnética. Esse experimento é similar ao discutido anteriormente nas Oficinas de Física (Figura 15), porém, o aluno não focou na discussão da Lei de Faraday. Essa situação mostra que, apesar do aluno conseguir realizar bem o experimento, não fez uma abordagem completa da teoria, ou seja, o fato do aluno não ter uma orientação e um trabalho a longo prazo dificultou o seu entendimento e suas discussões na apresentação da Feira de Ciências.



Figura 27 – Dínamo de Faraday
Fonte: Elaborado pelo autor

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebemos com esse trabalho que as atividades experimentais realizadas, tanto na Feira de Ciências como nas oficinas de Física, são relevantes e indispensáveis para o ampliar o ensino de Física.

As atividades experimentais se mostraram de grande importância para os alunos, permitindo uma maneira diferente de vivenciar a Física.

Nas experiências de cátedra, como mencionadas por Ferreira (1978), os conceitos científicos e abstratos estão presentes, mas além deles há uma ênfase no elemento real, no que é diretamente visível e, de certa forma, na possibilidade de simular a realidade que pode ser vivenciada pelo aluno no seu mundo exterior à escola.

Quanto à montagem de experimentos, realizada principalmente nas oficinas de Física, percebemos que foi importante para os alunos desenvolverem o senso crítico, partindo de seus próprios projetos e, com eles, despertarem o interesse pela Física. Isso fica mais evidente no caso de alunos que inicialmente tinham como propostas projetos inviáveis, perceberam ao longo do desenvolvimento dos protótipos que estavam fora da viabilidade técnica para serem apresentados na Feira de Ciências.

Nas Oficinas de Física e na Feira de Ciências os alunos tiveram o contato com experiências e conteúdos que abordaram temas não discutidos em sala de aula, e mais, pesquisaram assuntos que ainda não haviam visto na disciplina de Física, como os grupos 8 e 12 que estudaram eletromagnetismo, mesmo cursando no primeiro ano do ensino médio.

Dessa forma, podemos afirmar que os grupos que participaram das oficinas adquiriram melhor base conceitual e um melhor domínio de materiais experimentais do que aqueles que apenas prepararam uma apresentação para a Feira de Ciências, o que ficou perceptível na comparação dos grupos 7 e 8.

Apesar de os alunos não dominarem completamente o conteúdo de seus projetos, apresentados na Feira de Ciências, entendemos que os conhecimentos ali envolvidos estes podem servir como subsunçores e ajudar a aprendizagem significativa. Pode-se dessa forma considerar uma associação das atividades didáticas realizadas (como as experimentais discutidas aqui) com as possibilidades sugeridas na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

Neste sentido, nas aulas normais, destacamos que as experiências de cátedra são importante recurso pedagógico, desde que não se omita a manipulação de instrumentos e a realização de experimentos didáticos pelos próprios aprendizes.

Quanto ao desenvolvimento dos trabalhos, foi possível notar que, apesar dos professores e a escola em geral aceitarem Feiras de Ciências, não percebem suas potencialidades para o processo de ensino, particularmente com o desenvolvimento de atividades práticas que possam favorecer a aprendizagem dos alunos.

A organização da Feira de Ciências deve envolver alunos, professores, supervisores, diretores e pessoas da comunidade, para que juntos possam construir a atividade “Feira de Ciências” como um processo a mais de ensino e aprendizagem, além de considerar um outro aspecto importante, o fato de ser um evento que possibilita a oportunidade da Escola interagir com a comunidade, proporcionando a expressão da criatividade de seus alunos (que muitas vezes não são trabalhadas no cotidiano das aulas tradicionais).

Entendemos que o professor que deseja fazer uma Feira de Ciências deve se preocupar com as orientações dos projetos, dando liberdade para os alunos desenvolverem o senso crítico, interesse pela investigação científica e habilidades para trabalharem com experimentos de Física.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. C.; PEREIRA, A. R.; LOPES, R. D.; FICHEMAN, I. K. Projetos de Ciências e Engenharia na Educação Básica – Estímulo por meio de feiras de ciências. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 15., 2004, Manaus, **Anais...** Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2004.
- 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.
- BARCELOS, N. N. S.; JACOBUECCI, G. B.; JACOBUECCI, D. F. C. Quando o cotidiano pede espaço na escola, projeto da feira de ciências "vida em sociedade" se concretiza. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 1, p. 215-233, 2010.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. p. 1-31, 1996.
- FERREIRA, N. C. **Proposta de laboratório para a escola brasileira – um ensaio sobre a instrumentalização no ensino médio de Física**. 1978. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências na modalidade Física) – Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978.
- FERREIRA, N. C.; RAMOS, E. M. F. **Cadernos de instrumentação para o ensino de Física – eletrostática**. Rio Claro: UNESP/IB, 2008.
- GASPAR, A. **Física**. 1 ed. São Paulo: Ática, 2005.
- GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula : uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227 – 254, 2005.
- MANCUSO, R. Feira de Ciências: produção estudantil, avaliação, conseqüências. **Contexto Educativo Revista Digital de Educación y Nuevas Tecnologías**, Buenos Aires, v. 6, n. 1, p. 1-5, 2000.
- MARTINS, A. C. M. Ensino de Física e a surpresa: o eletróforo e a repulsão elétrica. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 26., 2014, Águas de Lindóia, **Anais...** Águas de Lindóia: Universidade Estadual Paulista, 2014.
- MOREIRA, M. A. ¿AL FINAL, QUÉ ES APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO? **Revista Currículum**, San Cristóbal de La Laguna, n. 25, p. 29-56, 2012. Disponível em: <<http://publica.webs.ull.es/upload/REV%20CURRICULUM/25%20-%202012/02.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2016.
- NEVES, S. R. G.; GONÇALVES, T. V. O. Feiras de ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 241 – 247, 1989.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica: eletromagnetismo**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE. **Física**. Brasília: Universidade de Brasília, 1963.

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

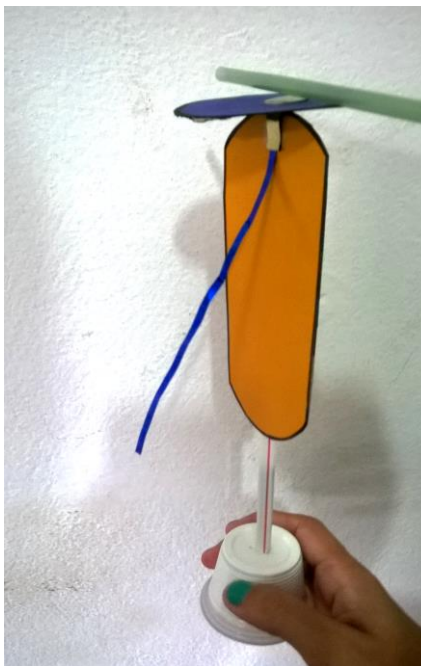
ROSA, P. R. S. Algumas questões relativas a feiras de ciências: para que servem e como devem ser organizadas. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 223 - 228, 1995.

SILVA, A. L. **Laboratório Didático: perspectivas experimentais do Ensino de Física no nível Médio**. 2012. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.

TIPLER, P. A. **Física: para cientistas e engenheiros: volume 2: eletricidade e magnetismo, ótica**. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

APÊNCIDE A – EXPERIMENTOS E MATERIAIS UTILIZADOS

O Eletroscópio

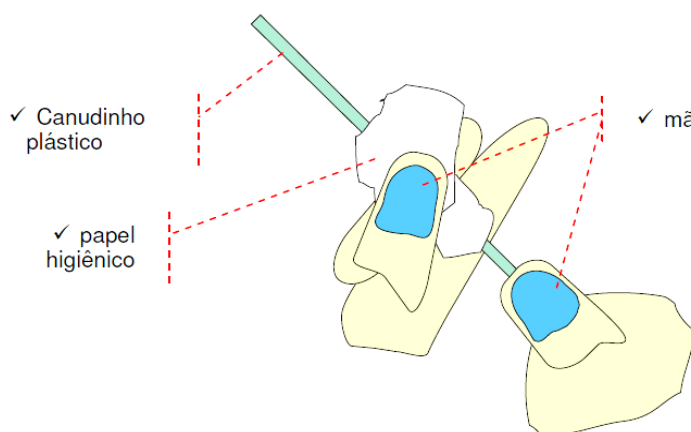


Materiais utilizados:

- ✓ Cola
- ✓ Tesoura
- ✓ Cartolina
- ✓ Fita crepe
- ✓ Grampo de bailarina
- ✓ Papel de bala de coco
- ✓ Canudinho de refresco
- ✓ Base de gesso (feita com copo descartável)

Objetivo: Utilizar o eletroscópio como detetor de cargas e testar materiais condutores e isolantes.

O Canudinho que gruda na parede

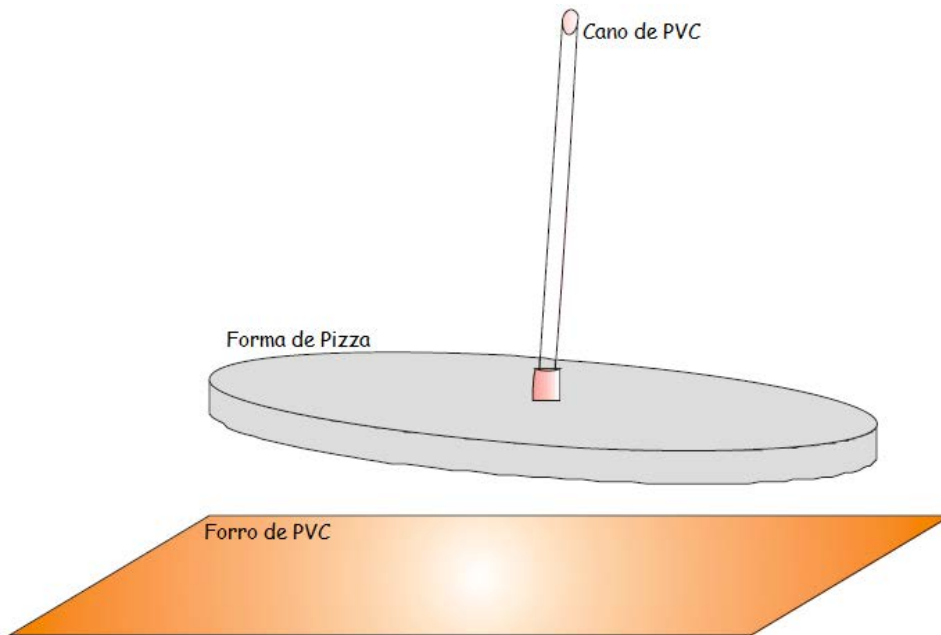


Materiais utilizados:

- ✓ Canudinho de refresco
- ✓ mãos
- ✓ Papel higiênico

Objetivo: Mostar como um corpo pode ser carregado eletrostaticamente através do atrito e evidenciar a carga.

O Eletróforo



Materias utilizados:

- ✓ Forma de Pizza
- ✓ Forro de PVC
- ✓ Cano de PVC
- ✓ Cola quente

Objetivo: Mostrar a eletrização por indução e que o atrito através de dois objetos pode gerar energia elétrica.

O Eletróforo (2ª parte)

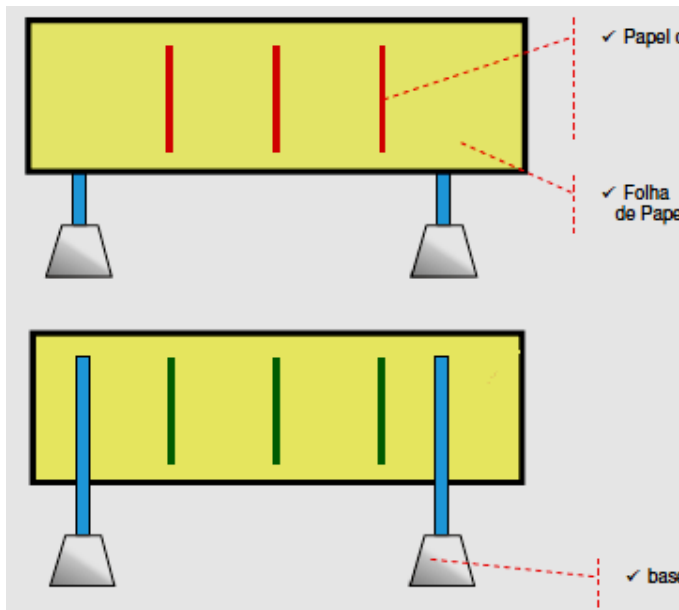


Materias utilizados:

- ✓ Papel de bala de coco
- ✓ Forma de Pizza
- ✓ Forro de PVC
- ✓ Cano de PVC
- ✓ Cola quente

Objetivo: Verificar a eletrização do eletróforo e a repulsão coulombiana.

A Gaiola de Faraday



Materias utilizados:

- ✓ Canudo de refresco
- ✓ Copo descartável
- ✓ Papel de seda
- ✓ Folha de papel
- ✓ Gesso

Objetivo: Mostrar que cargas elétricas tendem a ficar na superfície de um condutor e verificar a blindagem eletrostática.

Correntes de Convecção

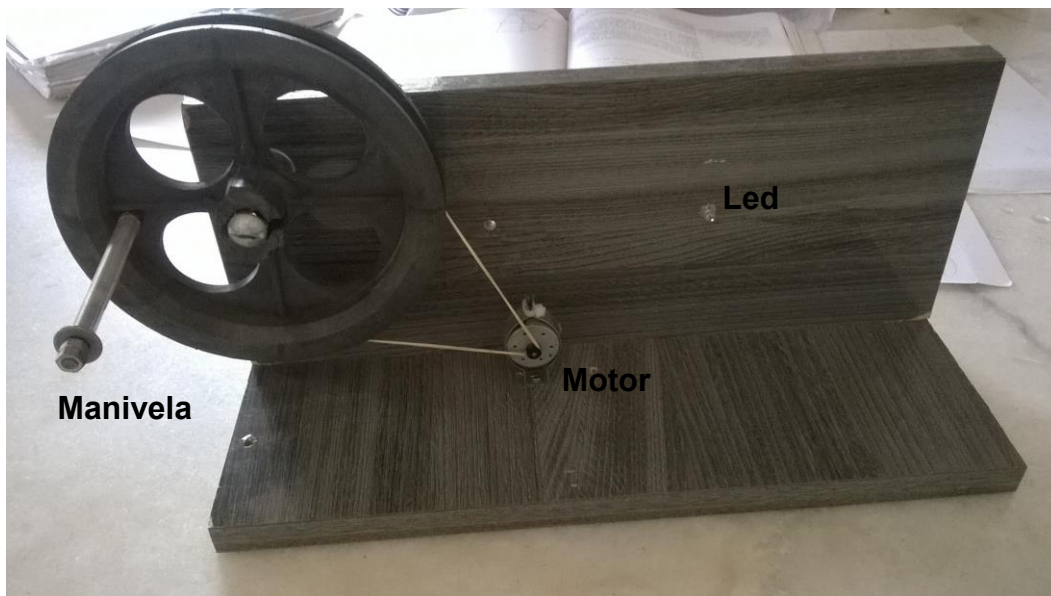


Materias utilizados:

- ✓ Um pedaço de cano de PVC
- ✓ Duas garrafas PET
- ✓ Corante
- ✓ Água

Objetivo: Mostrar as correntes de convecção.

O Dínamo de Faraday



Materiais utilizados:

- ✓ Dois pedaços de madeira
- ✓ Polia de máquina de lavar roupas
- ✓ Seis parafusos
- ✓ Seis porcas
- ✓ Cinco arruelas
- ✓ Um elástico
- ✓ Uma braçadeira
- ✓ Dois pedaços de fio
- ✓ Um tubo de caneta
- ✓ Fita isolante
- ✓ Máquina de solda
- ✓ Um motorzinho de DVD
- ✓ Um led verde de alto brilho
- ✓ Trava para segurar a porta

Objetivo: Mostrar a lei de Faraday.

O pêndulo de Newton



Materias utilizados:

- ✓ Seis pedaços de madeira
- ✓ Cinco bolas de chaveiro
- ✓ Oito parafusos
- ✓ Dez ganchos
- ✓ Furadeira
- ✓ Arame

Objetivo: Mostrar a conservação de energia.

O disco de Newton



Materias utilizados:

- ✓ Papel
- ✓ Parafusos
- ✓ Lápis de cor
- ✓ Uma forma de pizza
- ✓ Um motor de ventilador
- ✓ Um pedaço de madeirite
- ✓ Três pedaços de madeira

Objetivo: Mostrar que a luz branca é composta de todas as cores do arco – íris.

O caleidoscópio



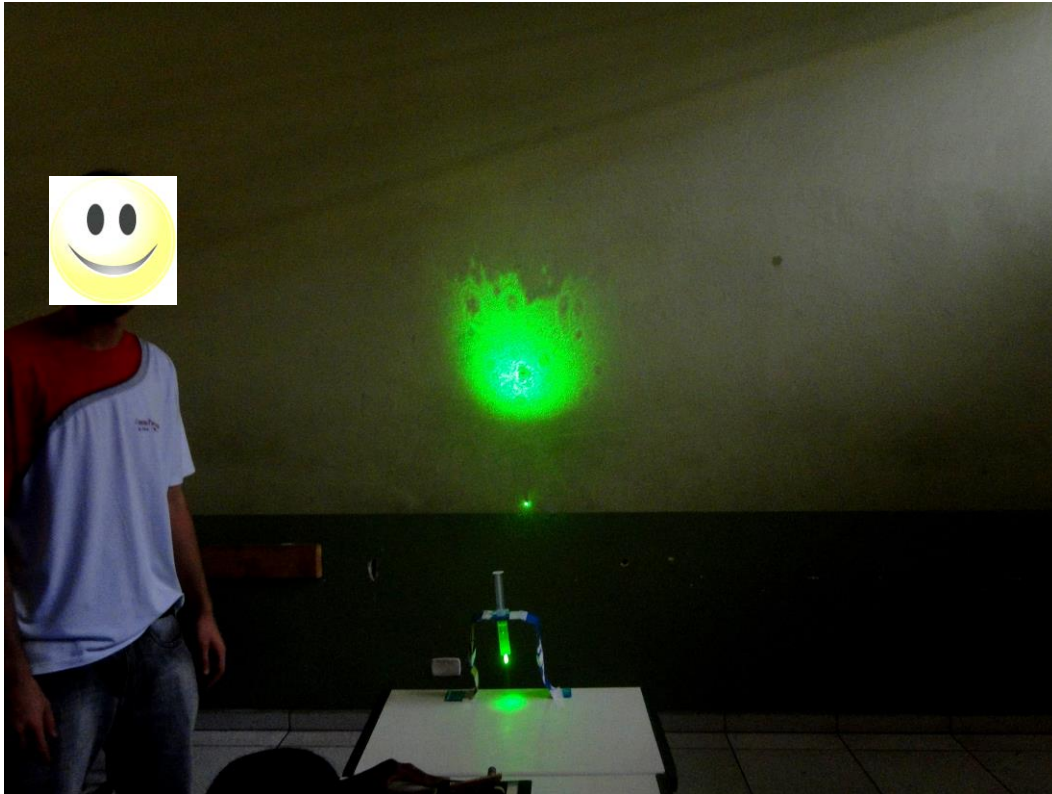
Materias utilizados:

- ✓ Um palito de churrasco
- ✓ Papel escuro
- ✓ Três réguas
- ✓ Fita adesiva
- ✓ Lápis de cor
- ✓ Folha sulfite
- ✓ Papelão

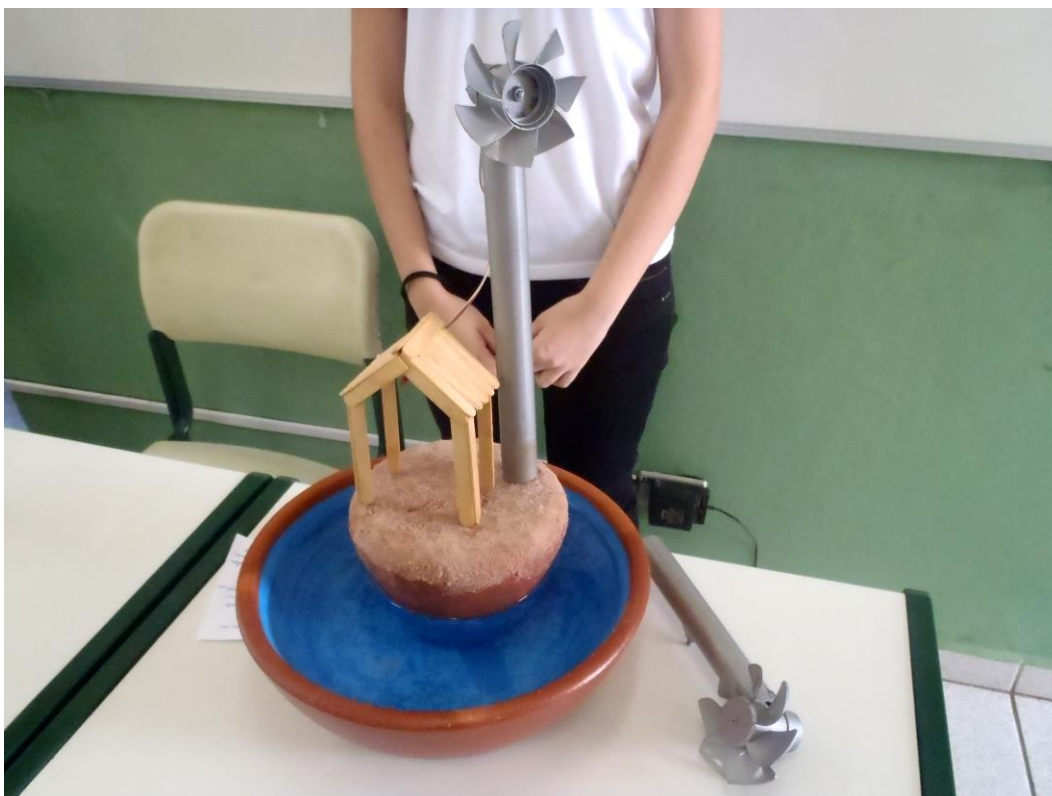
Objetivo: Mostrar como se comporta as imagens em relação a disposição das réguas dentro do caleidoscópio e relacionar com a equação 3.

APÊNCIDE B – FOTOS DA FEIRA DE CIÊNCIAS

Grupo 2 – Microscópio com gota de água



Grupo 7 – Gerador de energia eólica



Grupo 14 – Fermentação alcoólica e produção de etanol



Grupo 5 – Experimentos de baixo custo sobre eletrostática e óptica



Grupo 17 – Jogo de química



Grupo 4 – Aprendendo Física com histórias em quadrinhos



APÊNCIDE C – FICHA DA FEIRA DE CIÊNCIAS

Data: __/__/__

Feira de Ciências do Bayeux 2015

GRUPO: _____

NOME:			
	RG:	Idade: __	Turma: __
	RG:	Idade: __	Turma: __
	RG:	Idade: __	Turma: __
TEMA:			
DESCRIÇÃO: escreva o que você pretende desenvolver. Ex: experiências, cartazes, apresentação cultural e outros e se precisa de um espaço específico (Sala de vídeo, quadra, pátio, etc...) e equipamentos como computadores, tomadas, carteiras extras (cada grupo terá direito a três carteiras).			