



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL

EXPOSIÇÃO ITINERANTE DE FÍSICA: IMPLICAÇÕES NA MOTIVAÇÃO DOS ESTUDANTES
JOÃO MARCUS NERES DA SILVA

UBERLÂNDIA

2020

JOÃO MARCUS NERES DA SILVA

EXPOSIÇÃO ITINERANTE DE FÍSICA: IMPLICAÇÕES NA MOTIVAÇÃO DOS ESTUDANTES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia - Campus Santa Mônica, como parte do requisito para a obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Linha de Pesquisa: Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática

Orientador: Professor Dr. Adevailton Bernardo dos Santos.

UBERLÂNDIA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

S586e Silva, João Marcus Neres da, 1987-
2020 Exposição itinerante de Física [recurso eletrônico] : implicações na
motivação dos estudantes / João Marcus Neres da Silva. - 2020.

Orientador: Adevalton Bernardo dos Santos.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de
Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e
Matemática.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.3924>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Ciência - Estudo e ensino. I. Santos, Adevalton Bernardo dos,
1967-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

CDU:50:37



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Av. João Naves de Ávila, nº 2121, Bloco 1A, Sala 207 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
Telefone: (34) 3230-9419 - www.ppgecm.ufu.br - secretaria@ppgecm.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Programa Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM)				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Profissional/Produto Final de Mestrado PPGECM				
Data:	21/02/2020	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	17:00
Matrícula do Discente:	11712ECM010				
Nome do Discente:	João Marcus Neres da Silva				
Título do Trabalho:	EXPOSIÇÃO ITINERANTE DE FÍSICA: IMPLICAÇÕES NA MOTIVAÇÃO DOS ESTUDANTES				
Área de concentração:	Ensino de Ciências e Matemática				
Linha de pesquisa:	Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Espaço de ensino não formal				

Reuniu-se no Anfiteatro/Sala 3E116, Campus Santa Mônica, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, assim composta: Professores Doutores: Ivo Leite Filho - UFMS; Silvia Martins dos Santos - INFIS/UFU; Adevalton Bernardo dos Santos - INFIS/UFU orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Adevalton Bernardo dos Santos, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **IVO LEITE FILHO, Usuário Externo**, em 03/04/2020, às 18:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Silvia Martins Dos Santos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 15/04/2020, às 09:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1982768** e o código CRC **2DB75E8D**.

À minha mãe e ao meu irmão, que são a minha base e exemplos que tenho seguido.

À Joyce França, gigante em cujos ombros continuo me apoiando.

AGRADECIMENTOS

Tenho certeza de que eu não conseguiria sozinho realizar mais esta conquista e por isso gostaria de expressar minha gratidão por todos que me ajudaram neste percurso.

Toda honra a Deus que desde sempre me fornece o essencial e tudo o mais.

A Joyce França, por me ajudar dos momentos fáceis e mais ainda nos momentos difíceis.

A minha mãe Maria e meu irmão Pedro pelo amor e todo apoio.

Ao meu orientador, professor Dr. Adevailton Bernardo dos Santos. Muito obrigado pelos ensinamentos, orientação e colaboração. Agradeço pela paciência dispensada a mim e por todo o conhecimento transmitido.

Aos professores do PPGECM-UFU, com os quais tive a oportunidade de aprender.

Aos colegas do PPGECM que estiveram comigo nas aulas em 2017/2018, e torcendo por mim assim como estive torcendo por eles. Obrigado meus amigos por todos os momentos de alegria e conhecimento compartilhado.

Aos Professores, gestores e coordenadores da Escola Estadual Barão de Gorutuba e do Instituto Federal do Norte de Minas – Campus Janaúba, que abriram suas portas para a realização desta pesquisa.

Aos 250 alunos que participaram e contribuíram com a Exposição Itinerante de Física.

À Amanda, Joyce, Mano, Marcela, Marcos Roni e Pira, essa maravilhosa equipe de monitores!

Aos meus amigos, muito obrigado pelos momentos de alegria, suporte e incentivo.

Obrigada a todos os meus familiares por estarem na torcida.

“Sentia que toda minha vida tinha sido uma espécie de sonho. Às vezes eu me, perguntava de quem era esse sonho e se quem o construiu estava satisfeito.”

Douglas Adams

RESUMO

O ensino de Física tem despertado o interesse de pesquisadores devido, entre outros fatores, aos desafios e as dificuldades de aprendizagem enfrentadas por alunos e professores na sala de aula. Esse cenário é refletido nas diversas publicações na área de ensino de Física que tentam de alguma forma entender tais desafios e superá-los. Alguns dos desafios encontrados no ensino e aprendizagem de Física podem estar relacionados ao próprio currículo da disciplina, à quantidade de aulas oferecidas semanalmente, a deficiência de laboratórios didáticos e a motivação dos alunos. Com a tentativa de auxiliar na superação destes desafios, a proposta desse trabalho é apresentar e discutir uma estratégia relacionada à utilização de experimentos. Pesquisadores entendem que a utilização de experimentos e as atividades práticas realizadas na escola podem auxiliar no desenvolvimento das aulas de Física. Dessa forma, foi desenvolvido um conjunto de experimentos que foram levados à algumas escolas de Janaúba/MG. Os experimentos construídos permitem observar na prática, diversos conceitos relacionados ao estudo da ciência Física que compõem os currículos de educação básica. Para avaliação da viabilidade do funcionamento e os impactos da “Exposição Itinerante de Física” sobre os estudantes, a atividade foi realizada em duas escolas de Janaúba e os alunos que participarem da atividade foram convidados a responder a questionários. Um catálogo foi confeccionado contendo informações sobre a construção, utilização e os conceitos abordados em cada experimento que compõe a Exposição Itinerante de Física. A Exposição Itinerante de Física e o catálogo que foi criado compõem o produto gerado a partir do desenvolvimento deste trabalho e possui o título “Experimentos de Física”. Os resultados dos questionários aplicados durante a realização da pesquisa mostram que a utilização de experimentos pode gerar efeitos positivos sobre o desenvolvimento da autonomia, a sensação de competência e o estabelecimento de vínculos nos estudantes, que são fatores relacionados à motivação intrínseca. Desta forma, a pesquisa resultou em alguns trabalhos que foram apresentados em eventos relacionados ao ensino nos anos de 2018 e 2019, e foi possível concluir que a mesma gerou algumas contribuições, auxiliando nas reflexões a respeito de alguns dos desafios encontrados nos processos de ensino e aprendizagem em Física.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Física, motivação, experimentos, Exposição Itinerante de Física.

ABSTRACT

The teaching of Physics has aroused the interest of researchers due to, among other factors, the challenges and learning difficulties faced by students and teachers in the classroom. This scenario is reflected in the several publications in the field of Physics teaching that try to understand these challenges and overcome them. Some of the challenges found in teaching and learning Physics can be related to the own discipline curriculum, the number of classes offered weekly, the lack of teaching laboratories and to the students' motivation. With the endeavor of helping to overcome these challenges, the proposal of this work is to present and discuss a strategy related to the use experiments. Some researchers understand that the use of experiments and the practical activities carried out in non-formal environments of education can help in the actions that are carried out in the school can help in the development of Physics classes. In that way, a set of experiments was developed that was taken to some schools in Janaúba/MG. The experiments developed provide to observe in practical and concrete way, several concepts related to the study of Physical that make up the curriculum of the basic education schools. To evaluate the viability of the operation and the impact of the "Itinerant Physics Exhibition" on students, the activity was held in two schools of Janaúba and students who participated in the activity were asked to answer questionnaires. A catalog was made containing information of the construction, use and concepts addressed in each experiment that makes up the "Itinerant Physics Exhibition". The Itinerant Physics Exhibition and the catalog are the product generated from the development of this work and has the title "Experimentos de Física". The results of the questionnaire applied during the research show that the use of experiments in can have positive effects on the development of autonomy, the competence sensation and the establishment of link in students, which are factors related to intrinsic motivation. Therefore, research resulted in some works that were presented in events related to teaching in 2018 and 2019, and it was possible to conclude that it generated some contributions, helping in the reflections about some of the challenges found in the teaching and learning processes in Physics.

KEYWORDS: Physics Teaching, motivation, experiments, Itinerant Physics Exhibition.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Assuntos de Física sugeridos pela BNCC para cada ano do Ensino Fundamental ..	27
Tabela 2: Cronograma para realização do trabalho nas escolas	62
Tabela 3: Datas, turmas e turnos da realização da Exposição Itinerante de Física	62
Tabela 4: Perguntas que compõem os questionários	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sombras Coloridas - Fonte: próprio autor.....	44
Figura 2 - Periscópio - Fonte: próprio autor.....	45
Figura 3 - Roda Giroscópio - Fonte: próprio autor.....	46
Figura 4 - Pêndulos - Serpente - Fonte: próprio autor	47
Figura 5 - Gerador de Ondas Estacionárias - Fonte: próprio autor	48
Figura 6 - Mini Bancada de Óptica - Fonte: próprio autor	49
Figura 7 - Circuito Elétrico em Série - Fonte: próprio autor.....	50
Figura 8 - Circuito Elétrico em Paralelo - Fonte: próprio autor	50
Figura 9 - Elevadores Hidráulicos - Fonte: próprio autor.....	51
Figura 10 - Experimentos organizados para serem transportados - Fonte: próprio autor.....	53
Figura 11 - Momento do reparo da Mini Bancada de Óptica - Fonte: Próprio autor	54
Figura 12 - Placa informativa próxima a Mini Bancada de Óptica – Fonte: próprio autor	55
Figura 13 - Alunos do IFNMG utilizando de forma criativa os instrumentos da Mini Bancada de Óptica - Fonte: próprio autor	59
Figura 14 - Alunos da EEBG manipulando os experimentos Periscópio e Sombras Coloridas - Fonte: próprio autor	60
Figura 15 - Alunos do IFNMG manipulando os experimentos Pêndulos Serpente e Circuitos Elétricos - Fonte: próprio autor	60
Figura 16 - Pesquisador interagindo com os alunos da EEBG, dialogando sobre os Circuitos Elétricos - Fonte: próprio autor	61
Figura 17 - Pesquisador interagindo com os alunos do IFNMG, dialogando sobre os Circuitos Elétricos - Fonte: próprio autor	61
Figura 18– Exposição Itinerante de Física organizada na EEBG e monitores aguardando a chegada dos alunos - Fonte: próprio autor	63
Figura 19 - Médias das respostas dos alunos às questões 1 e 2 do Pré Teste e 1 a 4 do Pós Teste.....	68
Figura 20 – Médias das respostas dos alunos às questões 3 a 5 do Pré Teste e 5 e 6 do Pós Teste.....	69
Figura 21 - Médias das respostas dos alunos às questões 6 a 5 do Pré Teste e 7 do Pós Teste.....	70
Figura 22 - Número de alunos que participaram de atividades experimentais na escola	71
Figura 23 - Tipos de experimentos realizados nas escolas	71
Figura 24 - Experimentos que mais chamaram a atenção dos alunos	73
Figura 25 - Níveis de descrição dos experimentos	73
Figura 26 - Opiniões dos alunos a respeito dos experimentos	74
Figura 27 - Opinião dos alunos a respeito de atividades experimentais.....	75
Figura 28 - Relatos dos alunos a respeito da Exposição Itinerante de Física.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Curricular Comum
CDCC-USP	Centro de Divulgação Científica e Cultural – Universidade de São Paulo
EEBG	Escola Estadual Barão de Gortuba
IFMA	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão
IFNMG	Instituto Federal do Norte de Minas Gerais
PPGECM	Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
PROEX	Pró-Reitoria de Extensão, Cultura e Assuntos Estudantis
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UNESP	Universidade Estadual Paulista
SBF	Sociedade Brasileira de Física
SIEX	Sistema de Informação de Extensão
SNEF	Simpósio Nacional de Ensino de Física
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	22
1. INTRODUÇÃO.....	24
1.1. JUSTIFICATIVA.....	26
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	29
2.1. MOTIVAÇÃO.....	29
2.2. UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS.....	33
2.3. ESPAÇOS NÃO-FORMAIS DE EDUCAÇÃO E EXPERIMENTOTECAS.....	35
3. OBJETIVOS.....	40
4. METODOLOGIA.....	41
4.1. EXPERIMENTOS.....	42
4.2. ESTRUTURAÇÃO DA EXPOSIÇÃO ITINERANTE DE FÍSICA.....	52
4.2.3. EQUIPE DE MONITORES.....	55
4.3. REALIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO ITINERANTE DE FÍSICA.....	57
4.3.1. AMOSTRA DA PESQUISA.....	57
4.3.2. REALIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO.....	58
4.3.3. APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS.....	63
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	67
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
REFERÊNCIAS.....	84
APÊNDICE A – Catálogo de Experimentos de Física.....	88
APÊNDICE B – Placas Informativas dos Experimentos.....	134

APRESENTAÇÃO

Mas antigamente eu tinha um cérebro, e também coração. Como experimentei os dois, prefiro mesmo ter coração.

L.Frank Baum, O Mágico de OZ

Para ajudar a entender os motivos que me levaram à paixão em ensinar, ao gosto pela utilização e construção de experimentos e a escolha do tema deste trabalho, é interessante saber um pouco a respeito da minha história.

Nasci na cidade de Janaúba no Norte do estado de Minas Gerais, na primavera de 1987. Morei em Janaúba até os dezoito anos de idade, quando terminei o Ensino Médio, e por falta de opções em minha cidade me mudei para Uberlândia no Triângulo Mineiro, para fazer o curso superior.

Quando era criança, além das brincadeiras na rua e no quintal da minha avó com os primos (atividades habituais em minha cidade), sempre gostei de montar e desmontar coisas. Queria saber o que havia por dentro dos brinquedos, o que os fazia funcionar, porque alguns precisavam de pilhas para se movimentar e outros não, saber como os pequenos motores dos carrinhos elétricos funcionavam. Por isso acabei colecionando uma bela quantidade de peças, motores, pequenas lâmpadas, ímãs, botões de ligar e desligar, diversos fios e uma porção de brinquedos desmontados.

Durante o começo adolescência essa curiosidade continuou me acompanhando, e o desejo de descobrir o porquê do funcionamento das coisas foi crescendo, e junto com ele cresceu também o fascínio por aprender mais a respeito da natureza. Lembro que a matéria que eu mais gostava na escola era ciências, quando descobri a Física me apaixonei ainda mais, acompanhando essa paixão veio o desejo de me tornar algum dia cientista ou engenheiro.

Este foi o objetivo principal durante o Ensino Médio, estudar bastante para me tornar um bom Engenheiro apesar da enorme dificuldade com cálculos que me acompanhou de fato durante a faculdade e que até hoje parece me atormentar, mesmo assim os desejos por descobrir eram mais intensos. Deste modo ainda no Ensino Médio os professores e coordenadores da escola onde estudava incentivavam a mim e outros colegas, que possuíam o mesmo empenho, a criar grupos de estudos e turmas de monitoria onde tínhamos a oportunidade de acompanhar colegas com dificuldades e outros alunos de turmas mais novas.

Comecei a dar nestas turmas de monitoria os primeiros passos como professor, sem saber que na verdade a docência faria parte do meu futuro.

Quando prestei vestibular tive algumas opções para escolher, e o curso de Física estava na lista, entre alguns tipos de engenharias. Incentivado pela professora de Física (a quem serei sempre grato) e por alguns testes de orientação vocacional acabei optando pelo curso de Licenciatura em Física, que cursei na Universidade Federal de Uberlândia, concluindo em dezembro de 2011.

Quando comecei a me interessar pela iniciação científica, assim como os meus colegas de turma na faculdade fui investigar entre todo o leque de pesquisas realizadas no Instituto de Física, aquela em que poderia me engajar. Curiosamente o grupo de pesquisa que mais me chamou a atenção foi o do Museu DICA, onde permaneci como monitor e pesquisador do ano de 2008 até a conclusão do curso de Física, tive até a oportunidade de contribuir na organização e aplicação de um curso para formação de monitores.

Atuando no Museu Dica e auxiliando na mediação de inúmeras exposições, pude ver na prática que a satisfação que sentia na infância e adolescência quando alguma descoberta era feita comprovando num equipamento algum conceito ou teoria, ocorria com várias pessoas, crianças, adolescentes, adultos e idosos, todos se mostravam interessados quando viam que a Ciência não é algo distante. Ela está logo ali ao alcance de todos e qualquer um pode descobrir e se fascinar. Logo desde 2009, quando comecei a atuar como professor de Física na Educação Básica, fiz da utilização de experimentos uma prática frequente.

A respeito da facilidade e prazer que encontro na construção de experimentos, me arrisco dizer que isto é fruto de uma herança familiar, pois meu pai (in memoriam), avô e vários tios sempre trabalharam habilidosamente na confecção de objetos de marcenaria e serralheria, consertos de instrumentos musicais e outros eletrônicos.

Um personagem que merece destaque nesta apresentação é o meu irmão (dois anos mais velho que eu), que desde muito novo sempre mostrou grande habilidade na manutenção e construção de vários objetos. Foi com o auxílio dele que alguns dos aparatos construídos para compor a Exposição Itinerante de Física, q Exposição Itinerante de Física, que será apresentada neste trabalho, foram construídos.

Hoje me sinto feliz como professor, nesta profissão tenho colocado meu coração, e mesmo com tantos desincentivos encontrados nessa caminhada, há ainda o desejo de testemunhar vidas sendo transformadas através da educação. Acredito que a utilização de experimentos possa motivar, incentivar e impulsionar jovens na busca pela descoberta.

1. INTRODUÇÃO

Há muito a ser pensado a respeito do ensino e aprendizagem de Física nas escolas. Existem alguns fatores que têm despertado o interesse de professores e pesquisadores na área da Física, como o desenvolvimento da ciência e a formação de um pensamento crítico e com embasamento científico na população. Além desses pode-se dizer que os desafios e as dificuldades relacionadas ao ensino e aprendizagem de Física também têm causado certa inquietação.

Diversos encontros, conferências e simpósios que acontecem todos os anos dentro e fora do território brasileiro tratam sobre os desafios e as propostas para o ensino de Física. Dentre todos eles, se levarmos em conta apenas o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), organizado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), vemos que, desde 1970, ano em que aconteceu o primeiro, pesquisadores já tratavam de questões como: a estrutura dos cursos de Física no Ensino Médio, a formação do professor nos cursos de licenciatura e as tecnologias incorporadas à educação.

A partir da leitura de trabalhos referentes ao o ensino e aprendizagem de Física e da experiência ao longo de dez anos como professor da disciplina na educação básica, é possível indicar alguns desafios encontrados nas aulas de Física, ligados diretamente ao aluno. Esses desafios estão relacionados com o fato de alguns alunos acharem que Física é uma disciplina sem importância e não perceberem finalidade em seu estudo, outros acham a disciplina difícil e desvinculada da realidade o que vem causando fraco desempenho e desmotivação entre os estudantes(FERNANDES e FILGUEIRA, 2009; BONADIMAN e NONENMACHER, 2007; OLIVEIRA, 2010; SILVA, CARNEIRO e SANTOS, 2019). Porém os fatores relacionados às dificuldades do aluno não são os únicos a serem analisados ao se tratar do assunto. As causas podem estar relacionadas também ao próprio currículo da disciplina, à quantidade de aulas oferecidas semanalmente e a formação do professor (MOREIRA, 2014). Até mesmo à forma como a disciplina é apresentada nos livros didáticos pode refletir negativamente no ensino da Física, como lembra Melo (2015).

Segundo Anjos (2013) algumas respostas aos questionamentos a respeito do ensino de Física no Brasil estão ligadas a formação do professor. De acordo com o pesquisador faz-se necessária uma aproximação entre a prática docente e as pesquisas que vêm sendo realizadas sobre Ensino de Física.

Para Moreira (2014), o ensino de Física na educação básica se encontra em crise. Segundo o pesquisador, apesar dos desafios, o ensino de Física pode ser apaixonante, é preciso atualizar o ensino para que a aprendizagem deixe de ser puramente mecânica.

Há uma grande quantidade de pesquisa sobre formação de professores, mas grande parte dessa formação fica a cargo de professores universitários cuja avaliação acadêmica depende apenas de trabalhos publicados em revistas bem indexadas. Suas “metodologias” são apenas “aulas teóricas e listas de problemas”. O resultado é aprendizagem mecânica e altos índices de reprovação. É preciso mudar essa cultura (MOREIRA, 2014, p. 11).

O estudo de ciências é de grande importância para a formação do cidadão, sendo capaz de torná-lo crítico podendo tomar decisões e fazer julgamentos relevantes à vida cotidiana (PAVÃO, 2008). Pensando na importância do estudo de ciências é possível reiterar a partir do que diz Fernandes e Filgueira (2009), onde ela coloca a respeito da importância do conhecimento em Física para a formação básica de qualquer indivíduo. O que pode envolvê-lo mais em assuntos tecnológicos, torná-lo apto na compreensão e explicação de fenômenos naturais, do cotidiano e funcionamento de aparelhos, podendo refletir até mesmo no desenvolvimento social e econômico.

Para que a Física, assim outros ramos das ciências naturais, possa desempenhar o seu papel contribuindo com a formação dos estudantes, é necessário que estes entendam a importância e tenham pré-disposição para os estudos. Professores e alunos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem das ciências naturais precisam descobrir que é possível compreender melhor o mundo e suas propriedades, o que pode ser realizado através de uma linguagem simples e acessível (GLEISER, 2000).

Em seu artigo Gleiser (2000) afirma que a partir da integração e comunicação de quatro pontos, é possível fazer com que a aprendizagem das ciências naturais passe a ser mais enriquecedora, esses pontos são:

- Mostrar que o estudo das ciências naturais envolve questões relevantes a respeito da vida e do universo, e é possível que desta maneira os estudantes se tornem mais interessados naquilo que há para aprender.
- Mostrar que a ciência não nos afasta da natureza, mas aproxima, apesar da preocupação em “matematizar o mundo”.
- Realizar a aproximação das aulas de ciências e os meios tecnológicos de informação e comunicação como um processo de democratização.
- As aulas de ciências precisam traduzir a paixão pela descoberta.

É possível que a partir da utilização de experimentos, complementando as aulas teóricas, o professor consiga se aproximar mais dos quatro pontos citados a acima, auxiliando na superação de alguns dos desafios encontrados, especificamente no ensino de Física. A utilização de experimentos, empregada no desenvolvimento de determinado conteúdo na escola, é capaz de criar uma ponte integrando o conhecimento adquirido pelo estudante ao longo de sua trajetória escolar e de suas experiências diárias e o saber científico estruturado (GASPAR E MONTEIRO, 2005), fazendo relações ainda com as aplicações da ciência no desenvolvimento tecnológico. Além disso, a utilização de experimentos pode ser apontada como um fator motivador para o estudante em seu processo de aprendizagem (MORAIS E SANTOS, 2016).

Refletindo no desinteresse e desmotivação dos estudantes em relação à Física e na possível contribuição de atividades com experimentos na amenização do problema, a pesquisa foi norteadada pela seguinte questão: Uma atividade interativa com aparatos de demonstração de fenômenos científicos é capaz de alterar, mesmo que em curto prazo, a visão dos estudantes de educação básica em relação à Física, podendo motivá-los ao estudo da disciplina?

1.1. JUSTIFICATIVA

Segundo Prigol (2008), para que o estudante aprenda determinado conteúdo, deve estar motivado para a disciplina e reconhecer a importância dela para a sua vida futura. Se assim não for, o estudante pode achar que é mais cômodo e mais fácil memorizar alguns fatos e fórmulas, para esquecê-los logo em seguida.

Santos (2009) afirma que a motivação dos estudantes é questão essencial no processo de aprendizagem. Temas referentes à motivação deveriam ser mais abordados nas pesquisas sobre o ensino de Física.

Um tema pouco abordado nas pesquisas de ensino de Física, mas não menos importante, é a questão da motivação dos estudantes. A maioria das pessoas que fazem uma recordação de seu passado escolar podem constatar que o aprendizado de determinado conteúdo sempre é facilitado quando acompanhado de interesse e entusiasmo (SANTOS, 2009, p. 62).

Um dos problemas que está relacionado diretamente com a motivação dos estudantes quanto ao estudo de Física é o fato de que o contato inicial com alguns assuntos relacionados à disciplina inicia nos últimos anos do Ensino Fundamental ou até mesmo apenas no Ensino Médio. Desta forma, os novos conceitos aprendidos pelos alunos e que estão relacionados à

Física, começam a ser introduzidos apenas nessas séries. O que entra em contradição ao que propõe a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) homologada em 2018.

Os currículos oficiais colocam que alguns assuntos referentes ao estudo de Física devem estar presentes desde as séries iniciais do ensino fundamental compondo as aulas de Ciências (Brasil, 2018).

Assim, ao iniciar o Ensino Fundamental, os alunos possuem vivências, saberes, interesses e curiosidades sobre o mundo natural e tecnológico que devem ser valorizados e mobilizados. Esse deve ser o ponto de partida de atividades que assegurem a eles construir conhecimentos sistematizados de Ciências, oferecendo-lhes elementos para que compreendam desde fenômenos de seu ambiente imediato até temáticas mais amplas (Brasil, 2018, p. 331).

A BNCC especifica as unidades temáticas, os objetivos de conhecimento e as habilidades que devem estar presentes nos estudos de Ciências em cada ano escolar do Ensino Fundamental. As unidades temáticas são divididas em três: matéria e energia, vida e evolução, terra e universo. Cada uma dessas unidades temáticas possui diversos objetos de conhecimento a serem abordados, e em cada um dos objetos de conhecimento há um conjunto de habilidades a serem contempladas. Dentro das unidades temáticas sugeridas na BNCC percebe-se que alguns objetos de conhecimento apontados estão relacionados com estudo da Física.

A Tabela 1 mostra, na primeira coluna, os temas sugeridos pela BNCC para cada ano escolar que podem ser relacionados à Física e na segunda coluna a respectiva área de estudo da Física a que esses temas estão ligados.

Tabela 1: Assuntos de Física sugeridos pela BNCC para cada ano do Ensino Fundamental

BNCC	Física
1º Ano: escalas de tempo.	Mecânica
2º Ano: movimento aparente do Sol no céu; o Sol como fonte de luz e calor.	Mecânica, Astrofísica e Termologia
3º Ano: produção de som; efeitos da luz nos materiais; observação do céu.	Ondas, Óptica e Astrofísica
4º Ano: transformações reversíveis e não reversíveis; pontos cardeais.	Termologia e Mecânica
5º Ano: propriedades físicas dos materiais; constelações e mapas celestes; movimento de rotação da Terra; periodicidade das fases da Lua; instrumentos óticos.	Termologia, Astrofísica, Mecânica e Óptica
6º Ano: lentes corretivas; forma, estrutura e movimentos da Terra.	Óptica, Astrofísica e Mecânica

7º Ano: máquinas simples; formas de propagação do calor; equilíbrio termodinâmico e vida na Terra; história dos combustíveis e das máquinas térmicas.	Termologia
8º Ano: fontes e tipos de energia; transformação de energia; cálculo de consumo de energia elétrica; circuitos elétricos; sistema Sol, Terra e Lua.	Mecânica, Termologia, Eletricidade e Astrofísica
9º Ano: estrutura da matéria; radiações e suas aplicações na saúde; composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo; astronomia e cultura; vida humana fora da Terra; ordem de grandeza astronômica; evolução estelar.	Física Moderna, Termologia e Astrofísica

Da Rosa et al (2016) faz um estudo a respeito dessa problemática, e em seu artigo conclui que na prática o desenvolvimento da disciplina de ciência está distante das orientações indicadas para o Ensino Fundamental. De acordo com os pesquisadores esse problema envolve desde a complexidade na discussão dos roteiros dos livros didáticos, até as dificuldades encontradas pelos professores na abordagem dos assuntos da Física, que pode estar relacionado ao próprio processo de formação escolar do educador. “Normalmente o professor teve contato com a disciplina de forma extremamente dolorosa, não significativa para sua formação, causando-lhe uma impressão que permanecerá presente por toda a sua vida, inclusive em sua atuação docente” (DA ROSA et. al., 2016).

Um dos problemas com os quais atividades não-formais como a exposição de experimentos pode contribuir, amenizando-o, é o da deficiência ou inexistência do ensino de Física nas aulas de Ciências em turmas de Ensino Fundamental, auxiliando os professores na introdução de conceitos, podendo motivar os alunos para o estudo da Física em todo o percurso na Educação Básica.

Este trabalho foi desenvolvido pensando em alguns desafios que envolvem o desinteresse e desmotivação dos estudantes quanto ao estudo da Física, o número reduzido de aulas oferecidas semanalmente na maioria das escolas e na deficiência ou falta de laboratórios didáticos (MOREIRA, 2014), e na possível contribuição da realização de atividades experimentais e de divulgação científica. O trabalho propõe uma atividade, envolvendo aparatos com demonstrações de fenômenos científicos, que possa refletir sobre a motivação dos estudantes em relação à Física.

É importante ressaltar que a realização desta pesquisa contribui com o projeto de extensão “Exposição itinerante de Física nas escolas públicas e particulares da região de

Janaúba/MG” aprovado pela Pró-Reitoria de Extensão, Cultura e Assuntos Estudantis (PROEX) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e registrado no Sistema de Informação de Extensão (SIEX) com número 18596.

No desenvolvimento do trabalho foi criada a Exposição Itinerante de Física, que foi realizada com as turmas de Ensino Médio em duas escolas públicas na cidade de Janaúba/MG. A Exposição Itinerante de Física conta com um conjunto de 8 experimentos envolvendo diversas áreas da disciplina, placas informativas com conceitos e curiosidades a respeito de cada um dos experimentos, e uma equipe de 6 monitores treinados.

Além da Exposição Itinerante de Física foi criado também um catálogo de informações a respeito da construção, funcionamento, cuidados, manipulação e explicação de alguns conceitos que podem ser observados nos experimentos que fazem parte da atividade. Com os experimentos pretendem-se realizar exposições itinerantes nas escolas e outros ambientes da cidade de Janaúba/MG, como praças e espaços culturais, servindo como auxílio no processo de ensino e aprendizagem de Física e também como uma forma de divulgação da ciência para qualquer público.

O impacto e os resultados dessa atividade foram avaliados de acordo com os procedimentos metodológicos que serão apresentados. Para tanto, quando os experimentos foram expostos nas escolas, os alunos que participaram da atividade foram convidados a responder a questionários aplicados antes e após as suas participações.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico foi construído pensando na motivação como fator importante para o estudante em seu processo de aprendizagem e a possível contribuição da utilização de experimentos como recurso motivacional. Será feita também a definição a respeito de espaço não formal de educação e apresentados os efeitos da atuação de alguns trabalhos denominados experimentotecas.

2.1. MOTIVAÇÃO

Questões como “Por que as pessoas se “movem” em busca de seus objetivos? Por qual motivo algumas pessoas se esforçam tanto visando certas conquistas, enquanto outros nem dão valor a aquilo? O que levam uma pessoa agir de tal forma?” estão relacionados à motivação.

A definição da palavra motivação está relacionada com os motivos que fazem com que o interesse de um indivíduo seja despertado, levando-a a atingir os seus objetivos. A motivação é o que o levará a buscar recursos e se esforçar para que a o trabalho iniciado seja realizado até o fim, a atividade proposta seja concluída, ou para que as respostas para um problema sejam encontradas. De acordo com Cantori e Neves (2010) motivação está relacionada com um conjunto de processos que irão atuar ativando o comportamento e fazendo com que o indivíduo persista em uma ação específica.

Segundo Cantori e Neves (2010) uma pessoa desmotivada é aquela que não possui inspiração e iniciativa para uma ação específica. Não havendo motivação, o indivíduo não encontrará razões para finalizar a tarefa, ou para que um problema seja solucionado.

Guimarães e Bzuneck (2002) deixam evidentes as diferenças entre motivação extrínseca e motivação intrínseca. Segundo os autores, motivação extrínseca refere-se ao que leva o indivíduo a trabalhar, movido pelo desejo da obtenção de uma recompensa, seja ela material ou social, ou ainda para mostrar o seu valor e competência. Já uma pessoa intrinsecamente motivada se envolve na atividade devido à satisfação gerada e por entender que a própria atividade é interessante. Afirmam ainda que o sujeito intrinsecamente motivado segue uma tendência natural, exercitando suas próprias capacidades.

Assim como em outros ramos de atividade humana como realizar um trabalho ou praticar exercícios físicos, quando nos referimos ao processo de ensino e aprendizagem, as motivações dos indivíduos envolvidos também devem ser levadas em conta. Pensando nisso outras questões sobre o assunto precisam ser levantadas e respondidas: Por que o aluno precisa estar motivado? Qual a importância de ter um professor motivado? O que motiva os alunos de certa faixa etária ou quando nos referimos a um determinado conteúdo? Quais tipos de ação o professor pode realizar para motivar o aluno?

Neste contexto, mais especificamente no que diz respeito aos alunos e professores, sabe-se que é muito importante que os dois grupos estejam motivados para que, no processo de ensinar e aprender, resultados cada vez melhores sejam alcançados.

Guimarães e Bzuneck (2002) afirmam que a motivação intrínseca reflete de forma positiva na melhoria da qualidade do aprendizado.

Um estudante motivado mostra-se ativamente envolvido no processo de aprendizagem, engajando-se e persistindo em tarefas desafiadoras, despendendo esforços, usando estratégias adequadas, buscando desenvolver novas habilidades de compreensão e de domínio. Apresenta entusiasmo na execução das tarefas e orgulho acerca dos resultados de seus desempenhos, podendo superar previsões baseadas em

suas habilidades ou conhecimentos prévios (GUIMARÃES E BZUNECK, 2002, p. 2).

Guimarães e Boruchovitch (2004) afirmam que existem fatores psicológicos relacionados à motivação, sendo eles o desenvolvimento da autonomia, a sensação de competência e o estabelecimento de vínculos. A concretização desses três fatores psicológicos é essencial para o desenvolvimento psicológico, e as situações criadas no ambiente escolar e na sala de aula precisam ser fonte para que a satisfação deles ocorra.

Tratando do processo de ensino e aprendizagem, segundo Díaz e Kempa (1991), o professor poderá perceber que a motivação dos alunos está relacionada com quatro necessidades: “necessidade de obter êxito, necessidade de satisfazer a própria curiosidade, necessidade de cumprir as obrigações e necessidade de relacionar-se com os demais.” (DÍAZ e KEMPA, 1991).

O professor, tendo encontrado as motivações corretas, pode atuar criando um clima favorável em sala de aula também no desenvolvimento de orientações motivacionais para os seus alunos.

Laburú (2006) entende que a motivação escolar do aluno é algo complexo e que depende de diversos fatores subjetivos. Para o pesquisador as relações com o saber estão conectadas às relações do sujeito com o mundo, com ele mesmo e com os outros. Esta conexão está assim ligada à história do indivíduo, suas expectativas, suas referências e suas concepções de vida.

Podemos então considerar que o processo de ensino e aprendizagem precisa envolver o aluno, porém não basta despertar sua atenção, faz-se necessário ainda mantê-la desperta (LABURÚ, 2006). Desta forma é possível entender que a realização de práticas experimentais em sala de aula ou exposições de experimentos pode ter um papel importante ao chamar a atenção do aluno e envolvendo-o na atividade, contribuindo assim com o processo de motivação para aprendizagem.

...ponderamos que o emprego de atividades experimentais, quando embutidas de traços motivadores, contribui de forma importante, ainda que parcial e temporária, para o objetivo de prender a atenção dos alunos. Inclusive, essa contribuição, provavelmente, estenda de modo favorável sua influência no desenvolvimento de etapas menos motivadoras, mas que são necessárias para completar determinada atividade escolar (LABURÚ, 2006, p. 386).

Segundo a perspectiva Vigotskyana a compreensão verdadeira a respeito do pensamento de uma pessoa só se concretiza se houver compreensão da sua base afetiva-

voluntiva, que são os seus sentimentos, suas vontades e desejos a respeito de algo. “O pensamento propriamente dito é gerado pela motivação, isto é, pelos nossos desejos e necessidades, os nossos interesses e emoções” (VIGOTSKY,2003).

O processo de ensino e aprendizagem é característico de cada indivíduo e pode ser compreendido como a maneira com que cada um adquire novos conhecimentos desenvolve competências e têm seus comportamentos modificados, “como fruto da história da experiência social do indivíduo”, da observação e da prática (VIGOTSKY, 2003).

Para Vigotsky, um conceito importante e que deve ser levado em conta ao se referir ao processo de desenvolvimento da aprendizagem é o da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

Zona de desenvolvimento próximo representa a diferença entre a capacidade da criança de resolver problemas por si própria e a capacidade de resolvê-los com ajuda de alguém. Em outras palavras, teríamos uma "zona de desenvolvimento auto-suficiente" que abrange todas as funções e atividades que a criança consegue desempenhar por seus próprios meios, sem ajuda externa. Zona de desenvolvimento próximo, por sua vez, abrange todas as funções e atividades que a criança ou o aluno consegue desempenhar apenas se houver ajuda de alguém. Esta pessoa que intervém para orientar a criança pode ser tanto um adulto (pais, professor, responsável, instrutor de língua estrangeira) quanto um colega que já tenha desenvolvido a habilidade requerida (VIGOTSKY, 2003, p. 4).

Nessa perspectiva o desenvolvimento da aprendizagem acontece através da mediação por meio de símbolos instrumentos e signos, coerentemente com o nível de desenvolvimento de cada aprendiz. Nesse processo o professor pode exercer o papel de mediador intervindo na ZDP do aluno compartilhando de diversas maneiras conceitos e significados, buscando também evidências a respeito do aprendizado, avaliando se o processo gerou uma ampliação no desenvolvimento real do aluno.

Na análise de Sirgado (2000) sobre as teorias de Vigotsky, é possível perceber que no processo de desenvolvimento de um indivíduo este próprio tem um papel a realizar, que é o de interagir com os seus pares, compartilhando opiniões, experiência e conhecimento. Tratando do desenvolvimento da aprendizagem de um aluno, as interações podem acontecer por meio da utilização de metodologias que empregam a definição de conceitos como recurso didático e dispõem também materiais educativos. Pensando na importância da interação para o desenvolvimento da aprendizagem, é possível sugerir que as atividades não-formais de educação como exposições de experimentos possam ter resultados positivos sobre o aprendiz.

As interações que ocorrem na ZDP, segundo o olhar de Goldstein (1999), assim como favorecem o desenvolvimento mental, estão também relacionadas com os aspectos emocionais do aprendiz, o que pode apontar para questões a respeito da motivação. O

indivíduo, quando motivado se envolve no processo de ensino e aprendizagem visando o crescimento intelectual e a própria satisfação.

Associando a perspectiva Vigotskyana, Lourenço e De Paiva (2010) afirmam que há melhores resultados quando os fatores relacionados a motivação são levados em conta no desenvolvimento da aprendizagem.

...as tarefas enfadonhas, rotineiras e sem apelo à motivação, isto é, que não têm em conta os desejos dos alunos, tendem a ser assimiladas com mais dificuldade. Por outro lado, as que vão de encontro aos seus interesses, ou atendem à sua realidade, são per si interessantes levando-os a realizar as tarefas, a participarem de uma forma motivada e, conseqüentemente, possibilitam uma aprendizagem efectiva (LOURENÇO e DE PAIVA, 2010, p. 138).

Lourenço e De Paiva (2010) acreditam que a aprendizagem é influenciada, entre outros fatores, pelo incentivo e pela motivação, afirmando que “um indivíduo motivado possui um comportamento ativo e empenhado no processo de aprendizagem e, desta forma, aprende melhor. Assim é muito importante que as tarefas escolares tenham em consideração este aspecto” (LOURENÇO e DE PAIVA, 2010).

2.2. UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS

A utilização de experimentos pode ser uma ótima ferramenta nas mãos do professor, podendo contribuir como fator motivador no processo de ensino e aprendizagem, se estes forem bem pensados, articulados e apresentados. Fazendo uso deste meio didático, o professor consegue ultrapassar diversas barreiras que podem estar entre ele e os seus alunos. Despertando o interesse e motivando a turma em relação ao tema que será trabalhado, introduzindo com maior facilidade novos conceitos, vinculando o conhecimento com a realidade vivida pelos alunos.

Em seu trabalho Laburú (2007) citando outros autores realiza uma análise a respeito dos objetivos da utilização de atividades experimentais em laboratórios didáticos e ambientes não-formais de educação e das dificuldades encontradas pelos profissionais da educação na implementação dessas atividades.

Algumas dificuldades encontradas pelos professores, citadas por Laburú (2007) quanto à realização de atividades práticas e utilização de equipamentos estão relacionadas à precariedade dos laboratórios (falta de equipamentos, equipamentos mal conservados, poucas peças para reposição), indisponibilidade dos professores, restrições da própria instituição

escolar quanto a realização dessas atividades e outros (LABURÚ, 2007). Porém mesmo apresentando esses pontos, que podemos considerar como negativos, o autor evidencia um sentimento de solidariedade em relação a importância da utilização de atividades experimentais no contexto escolar, atividades experimentais pedagogicamente aceitáveis e que apresentem fenômenos e conceitos científicos, ou mais especificamente baseado na utilização de conceitos físicos (GASPAR, 2016).

Morais e Santos (2016) ressaltam a importância da realização de atividades experimentais no processo de ensino e aprendizagem e como fator motivador para o estudante. “As atividades experimentais são uma ferramenta didática valiosa, que permite ao docente aprimorar suas aulas, usando-as para diversas situações” (MORAIS E SANTOS, 2016).

Oliveira (2010) afirma que as aulas experimentais podem ser exploradas com diferentes objetivos e coloca em tópicos algumas das possíveis contribuições das atividades experimentais no ensino e aprendizagem de Ciências:

- a) Motivar e despertar a atenção dos alunos;
- b) Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo;
- c) Desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão;
- d) Estimular a criatividade;
- e) Aprimorar a capacidade de observação e registro de informações;
- f) Aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos;
- g) Aprender conceitos científicos;
- h) Detectar e corrigir erros conceituais dos alunos;
- i) Compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação;
- j) Compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade;
- k) Aprimorar habilidades manipulativas (OLIVEIRA, 2010, p.141 -146).

Oliveira (2010) classifica em três tipos as abordagens das atividades experimentais, sendo elas atividades de demonstração, verificação e investigação. Cada um desses três tipos de abordagens classificadas possuem diferentes maneiras de implementações e objetivos a serem alcançados.

Os dois últimos tipos de atividade de experimentação apresentadas demandam um pouco mais de tempo e envolvimento entre o discente e alunos e há a explicação mais detalhada dos fenômenos, conteúdos e conceitos abordados. Atividades experimentais de verificação e investigação podem ser eficientes auxiliando no processo de ensino e

aprendizagem se integradas às aulas formais de determinada disciplina. As atividades de demonstração são mais rápidas e podem também ser integradas às aulas (MORAIS E SANTOS,2016).

Segundo Gaspar (2016) as atividades de demonstração podem ser realizadas em sala de aula, ilustrando situações, ajudando na compreensão da matéria, tornando o conteúdo um pouco mais atrativo e desenvolvendo a capacidade de reflexão e observação dos alunos, e é possível estimular o interesse dos estudantes, despertando o fator motivador predispondo-os para a aprendizagem.

Além da utilização de atividades de demonstração em sala de aula, isso pode ser realizada também em conferências ou palestra com utilização de equipamentos vinculados ao tema específico, como expõe Gaspar (2016).

Em ambientes não-formais de ensino, como mostras e exposições de experimentos atividades de demonstração são expostas para que os visitantes apenas apreciem ou possam eles próprios manipular os equipamentos. Nesses espaços devido à grande capacidade de interação entre os visitantes e os objetos em exposição, entre visitantes e monitores e entre os próprios visitantes, é possível que haja compartilhamento de informações e ampliação do conhecimento daqueles que estiverem envolvidos (COELHO, 2016).

2.3. ESPAÇOS NÃO-FORMAIS DE EDUCAÇÃO E EXPERIMENTOTECAS

2.3.1. ESPAÇOS NÃO-FORMAIS

Uma estratégia que pode ajudar no desenvolvimento de ações motivacionais tanto de professores quanto de alunos é a utilização dos espaços não-formais de educação. Será feita adiante a definição do que são esses espaços e a exposição de suas possíveis contribuições.

Um espaço de educação formal é onde o tipo de educação realizada é formalizada e segue uma padronização nacional, obedecendo a regras e leis específicas, diz respeito ao ambiente escolar com todas as suas dependências, como salas de aula, biblioteca e laboratórios (JACOBUCCI, 2008). Assim Jacobucci (2008) infere que o espaço de educação não-formal é um espaço que não segue as mesmas formalidades da escola, mas que seja possível acontecer uma ação educativa. Assim o que Jacobucci afirma está relacionado com a posição de Gadotti (2005) que diz a respeito da flexibilidade em relação ao tempo e a criação e recriação dos espaços de educação não-formal.

A educação não-formal é mais difusa, menos hierárquica e menos burocrática. Os programas de educação não-formal não precisam necessariamente seguir um sistema seqüencial e hierárquico de “progressão”. Podem ter duração variável, e podem, ou não, conceder certificados de aprendizagem (GADOTTI, 2005).

Vieira (2015) acredita que os recursos metodológicos utilizados em espaços de educação não-formal podem ajudar a dar sentido a conteúdos específicos de algumas disciplinas estudadas na escola. Segundo a pesquisadora o contato com o objeto de estudo pode aguçar diferentes sentidos e promover a construção do conhecimento em ciências.

Marandino (2001) expõem alguns motivos que levam professores a buscar apoio para suas ações educativas em atividades não formais de educação, justificando pela oportunidade de oferecer ao aluno o contato com novas experiências, que podem ser mais difíceis de serem vivenciadas no ambiente escolar. Justifica-se ainda pela abordagem diferenciada dos assuntos científicos, seja interdisciplinarmente ou fazendo relações com elementos do cotidiano nos estudantes.

Os objetivos das ações em ambientes não-formais de educação podem não estar voltados apenas para se aliar ou dar apoio ao ensino formal. Porém as ações não formais ali praticadas podem, a partir do contato com experimentos, novas experiências, artigos tecnológicos, textos, equipamentos que trabalhem utilizando ferramentas lúdicas, despertar o interesse e motivar o público, e mais especificamente estudantes da educação básica aos assuntos das ciências, que vêm sendo trabalhados nas escolas.

2.3.2. EXPERIMENTOTECAS

Neste tópico serão apresentados alguns pontos referentes a trabalhos que envolveram a realização de projetos com experimentos de Física e que utilizaram o nome Experimentoteca.

De forma geral os problemas abordados nesses trabalhos estão relacionados à algumas dificuldades enfrentadas no desenvolvimento da disciplina de Física e como a utilização de experimentos pode auxiliar na minimização dessas dificuldades.

Os pontos analisados dos trabalhos que serão apresentados a seguir dizem respeito aos locais onde foram desenvolvidos, aos públicos alvos alcançados, as metodologias utilizadas e alguns dos resultados que foram alcançados.

- Experimentoteca do Centro de Divulgação Científica e Cultural – Universidade de São Paulo (CDCC-USP):

O CDCC localizado em São Carlos, possui à 35 anos a *Experimentoteca*, que se apresenta como um laboratório de ciências portátil, disponibilizado para o uso em escolas através de um sistema de empréstimos (MORI e CURVELO, 2014). Com uma vasta história que contou com a participação de um grande número de professores e pesquisadores dedicados ao ensino das ciências, a Experimentoteca do CDCC da USP possui diversos kits de experimentos.

Os kits de experimentos da Experimentoteca do CDCC-USP são disponibilizados para que possam ser utilizados por professores de ciências físicas e naturais de escolas públicas a nível fundamental e médio, e não envolvem qualquer custo financeiro a eles (MORI & CURVELO, 2014). Os kits de experimentos contam um design que os permitem ser transportados por apenas uma pessoa, e vêm acompanhados com algumas instruções de uso, e podem ser utilizados por grupos de até 4 alunos.

De acordo com Mori e Curvelo (2014) a Experimentoteca se encontra disseminada para 31 universidades, centros e museus de ciências em diversos estados do Brasil a partir de um processo de difusão ocorrido desde 1991. A Experimentoteca do CDCC-USP tem auxiliado professores no ensino das ciências aliado as aulas teóricas.

- Experimentoteca de Física - Sales, Oliveira e Pontes (2010):

Este trabalho, apresentado por Sales et al. (2010) apresenta uma pesquisa feita em 3 escolas públicas na cidade de São Luís – MA: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), o Centro de Ensino Gonçalves Dias e o Centro de Ensino Humberto de Campos.

A pesquisa tem como objetivo **propor uma alternativa para o ensino de Física, em nível médio, com base no método experimental**, intencionando uma reflexão, por parte dos professores, a respeito da utilização de mais este recurso em sala de aula, combinado com outros, para além do livro didático (SALES et al.,2010, p. 144).

Neste trabalho foi realizada uma pesquisa com 19 professores de Física e 431 estudantes de ensino médio a fim de obter informações sobre a realidade do ensino de Física nas escolas públicas de São Luís, suscitando o debate a respeito da Experimentoteca de Física como um dos recursos que o professor pode dispor para auxiliar nos estudos dos fenômenos

naturais. Os dois grupos responderam a questionários com questões abertas e de múltipla escolha.

As questões feitas ao grupo de alunos eram referentes ao perfil destes (serie, idade e sexo), às opiniões deles quanto aos desenvolvimentos das aulas de Física, às participações em aulas experimentais, o interesse pela disciplina, a adequação das aulas e a opinião dos alunos sobre o que poderia melhorar no processo de ensino e aprendizagem.

De forma semelhante à dos alunos, aos professores foram feitas questões referentes ao perfil (vinculo com a escola, formação e sexo), como é o ensino de Física, sobre a elaboração de aulas experimentais, o que eles pensam sobre o interesse dos alunos em Física, adequação das aulas, locais para realização de aulas experimentais e sugestões para a melhoria no processo de ensino e aprendizagem.

A proposta feita pelo trabalho refere-se à construção e utilização de um kit de experimentos.

A experimentoteca é um conjunto de kits experimentais de baixo custo, feitos de materiais alternativos do cotidiano e sua confecção é bastante simples, propiciando sua utilização em qualquer local, além da sala de aula. Os kits podem ser construídos tanto pelo professor quanto pelo aluno. Seu uso, no entanto, pressupõe uma abordagem temática, que privilegie a problematização muito mais que uma abordagem conceitual, que desconsidera todo o universo de conhecimentos prévios (cultura primeira) dos alunos. Se utilizada apenas como mais um recurso no tradicional paradigma curricular não atingirá os objetivos a que se propõe (SALES et al.,2010, p. 151).

- Caixa Experimentoteca – Perez (2015):

Este Trabalho refere-se à dissertação de Everton Piza Perez (2015), do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Presidente Prudente/SP. O trabalho teve como objetivos:

Desenvolver material experimental para o Ensino de Astronomia.

Contextualizar alguns instrumentos de observação no cenário histórico-cultural-científico.

Montar unidades de ensino de Astronomia para serem utilizadas no Ensino Médio.

Projetar montagens de Astronomia que possam ser organizadas numa caixa padrão Experimentoteca.

Testar as unidades de ensino de Astronomia no Ensino Médio, visando melhorias no texto e na própria montagem (PEREZ, 2015, p. 12).

Este trabalho foi realizado com 69 alunos de duas turmas da 1ª série do Ensino Médio da Escola Estadual Lucia Silva de Assumpção, na cidade de Pirapozinho, em 10 horas-aula no segundo semestre de 2015.

No desenvolvimento do trabalho desta Experimentoteca algumas atividades foram realizadas segundo uma sequência pedagógica, conduzindo os alunos a uma reflexão sobre a astronomia, sobre o movimento solar e a influência da latitude local. Alguns materiais experimentais foram produzidos fazendo relações entre os fenômenos astronômicos presentes no cotidiano dos alunos e os seus possíveis conhecimentos prévios sobre o assunto. Os materiais foram armazenados na Caixa Experimentoteca.

Os alunos foram divididos em grupos, receberam roteiros sobre o desenvolvimento dos experimentos, texto com fundamentação teórica a respeito da atividade e conjunto de questões com situações-problema a serem respondidas. Depois da realização das atividades os alunos responderam ao questionário sobre a opinião deles a respeito da atividade desenvolvida.

A discussão final do trabalho sugeriu resultados positivos com a compreensão dos alunos dos conteúdos apresentados, onde se verificou um aumento da atenção, da concentração e do interesse dos alunos quando comparado com a abordagem tradicional no ensino de Astronomia.

3. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é a elaboração de uma exposição de experimentos de Física e analisar as implicações dela sobre a motivação dos estudantes.

Para tanto se teve em vista a realização de três objetivos específicos: a construção dos experimentos, a estruturação da atividade itinerante e uma pesquisa para analisar as implicações da atividade sobre a motivação dos estudantes.

A fim de alcançar cada um desses objetivos é possível listar algumas metas:

- Construção dos experimentos:
 - Construir experimentos que auxiliem de forma prática na exposição de conceitos de Física e que envolvam diversas áreas da disciplina.
 - Dispor, na construção dos experimentos, do maior número possível de material reutilizado e material de baixo custo.
 - Confeccionar um catálogo com informações a respeito da construção, utilização, cuidados e conceitos envolvidos em cada experimento.

- Estruturação da atividade itinerante:
 - Elaborar uma estrutura compacta para os experimentos de forma que estes possam ser transportados facilmente às escolas e outros locais da cidade.
 - Treinamento de uma equipe de monitores para auxiliar na realização da atividade.
 - Confecção de placas informativas com conceitos e curiosidades a respeito de cada um dos experimentos que serão expostos.

- Pesquisa para analisar as implicações da atividade sobre a motivação dos estudantes:
 - Realizar uma atividade interativa, denominada Exposição Itinerante de Física onde os experimentos serão manipulados por estudantes de nível básico.
 - Aplicar questionários para os alunos que participarem da atividade.
 - Analisar os impactos imediatos da Exposição, sobre a motivação dos estudantes.

4. METODOLOGIA

Sendo o objetivo geral desse trabalho elaborar a Exposição Itinerante de Física e analisar as implicações dela sobre a motivação dos estudantes neste capítulo serão apresentados os encaminhamentos metodológicos que o delinearam.

Ao classificar de forma geral os níveis das pesquisas científicas, Gil (2008) dispõe em três níveis: pesquisa exploratória, pesquisa descritiva e pesquisa explicativa.

A pesquisa explicativa apresenta um nível aprofundado, visando esclarecer os fatores que contribuem para a ocorrência dos fenômenos (RAUPP e BEUREN,2006). Segundo Andrade (2004), por procurar identificar os fatores determinantes dos fenômenos estudados a pesquisa explicativa se encontra em um nível mais complexo que os outros dois.

A pesquisa descritiva apresenta um nível de complexidade intermediário entre a exploratória e a explicativa. Segundo Gil (2002) há um grande número de estudos que podem ser classificados neste nível de acordo com os critérios apresentados de complexidade e aprofundamento da pesquisa. Uma das características mais relevantes deste tipo de estudo é a coleta de dados e informações de acordo com a utilização de técnicas criteriosas como aplicação de questionários e observação sistemática para descrever as características de determinado fenômeno (GIL, 2002).

Apesar de apresentar algumas características da pesquisa descritiva, este estudo pode ser classificado como uma pesquisa exploratória. Uma das características da pesquisa exploratória é a de reunir conhecimento e incorporar características ao assunto que está sendo explorado tornando “difícil formular hipóteses precisas e operacionalizáveis” (RAUPP E BEUREN,2006). De acordo com Raupp e Beuren (2006) o estudo exploratório apresenta os primeiros passos no campo científico, possibilitando a realização das pesquisas descritiva e explicativa.

Ainda que tenha feito uso de algumas técnicas padronizadas para obtenção de dados, como será relatado adiante, esta pesquisa pode apresentar uma nova visão a respeito das questões que foram inicialmente levantadas e que delinearam o trabalho. De acordo com Gil (2008): “há pesquisas que, embora definidas como descritivas a partir de seus objetivos, acabam servindo mais para proporcionar uma nova visão do problema, o que as aproxima das pesquisas exploratórias” (GIL, 2002. p. 28).

A fim de analisar o caso alvo deste estudo, avaliando o interesse dos alunos em relação à atividade de manipulação de aparatos com propriedades científicas e analisando os

impactos imediatos da exposição de experimentos, sobre os estudantes, em relação à Física, foram aplicados questionários em cada turma que participou da atividade.

A respeito da aplicação de questionário Gil (2008) afirma que as respostas às questões formuladas irão disponibilizar dados necessários para descrever as características dos indivíduos pesquisados ou para verificar as hipóteses que haviam sido levantadas nas fases de planejamento da pesquisa. As questões do questionário devem ser elaboradas cuidadosamente constatando sua eficácia para a verificação dos objetivos.

A metodologia do trabalho foi dividida em três etapas de acordo com os objetivos específicos e as metas que foram descritas no capítulo anterior.

A primeira etapa trata da construção dos experimentos. Será relatado sobre a seleção dos experimentos que melhor atenderam a proposta da Exposição Itinerante de Física e o detalhamento da montagem de cada um dos 8 experimentos construídos. Além disso, será relatado um pouco sobre a confecção do catálogo com explicações a respeito dos experimentos.

A segunda etapa trata sobre estruturação da Exposição Itinerante de Física. A realização da atividade envolve a elaboração da estrutura para transporte do material, o treinamento da equipe de monitores que auxiliaram nas realizações das atividades e da criação de placas informativas que acompanharam os experimentos durante as exposições.

A terceira etapa relata sobre a realização da Exposição Itinerante de Física. Nela consta como foi feita a pesquisa para analisar as implicações da atividade sobre a motivação dos estudantes. Assim, está apresentado como foram articuladas e executadas as atividades nas escolas e como foi feita a aplicação dos questionários aos alunos.

4.1. EXPERIMENTOS

Ao selecionar os experimentos que fazem parte da atividade foi levada em conta a adequação deles para serem utilizados nas atividades itinerantes propostas para o trabalho. Assim a primeira seleção foi feita observando os seus tamanhos, massas, resistências e facilidade para fazer qualquer tipo de reparo durante a realização da Exposição Itinerante de Física.

Mesmo estando atentos às características dos experimentos que fariam parte da exposição alguns contratempos aconteceram na fase de construção e aquisição dos aparatos. Inicialmente foi feita uma lista de 8 experimentos para comporem a exposição, sendo eles: Sombras Coloridas, Pêndulos Serpente, Ilusão de Óptica com Espelhos Côncavos, Periscópio

Simples, Anéis Ressonantes, Máquina de Ondas Estacionárias, Reco-reco, Experimentos de Difração da Luz.

Quando os oito experimentos listados começaram a ser adquiridos e construídos foi constatado que em alguns deles havia impasses que não permitiam que eles se adequassem à proposta da exposição.

A Ilusão de Óptica com Espelhos Planos, por exemplo, por ser um experimento de difícil construção precisaria ser comprado completamente pronto, porém a proposta para o trabalho era de construir alguns experimentos e expor os passos para construção, no catálogo. Os Anéis Ressonantes apresentaram possíveis dificuldades no que se referia a necessidade de realizar a transporte para diferentes locais, apesar de ser um experimento pequeno, algumas partes pareciam sensíveis e houve receio em mantê-lo na lista de experimentos para a exposição. O Reco-reco trata da produção de ondas mecânicas, assim como a máquina de ondas estacionárias, mantendo-o da exposição haveria dois experimentos relacionados ao mesmo assunto. Para realização dos Experimentos de Difração da Luz era necessário especificamente de um ambiente com pouca luminosidade, assim seria inviável mantê-lo na lista.

Devido as dificuldades informadas acima a lista de experimentos precisou ser alterada. Após algumas seleções foi feita a lista definitiva dos experimentos para comporem a exposição, que são:

1. Sombras Coloridas;
2. Periscópio;
3. Roda Giroscópio;
4. Pêndulo Serpente;
5. Gerador de Ondas Estacionárias;
6. Mini Bancada de Óptica;
7. Circuitos Elétricos em Série e em Paralelo;
8. Elevadores Hidráulicos.

A seguir há uma breve descrição a respeito de cada um dos experimentos que compõem a Exposição Itinerante de Física. Os experimentos foram construídos em maior parte com materiais reutilizados, recebidos como doação ou adquiridos por um preço mais baixo.

As informações detalhadas dos experimentos que compõem a exposição foram colocadas em um catálogo (Apêndice A). As informações detalhadas contidas no catálogo são a respeito da construção, funcionamento e precauções a serem tomadas durante a utilização. Nele também há a explicação de alguns conceitos científicos que podem ser abordados em cada um dos experimentos. A abordagem desses conceitos foi feita a partir de um compilado de informações baseadas na formação do pesquisador e experiência como professor de Física licenciado, artigos científicos e livros didáticos de Física.

A Exposição Itinerante de Física juntamente com o catálogo que foi criado compõem o produto gerado a partir do desenvolvimento deste trabalho, e é um dos requisitos da pós-graduação no mestrado profissional. O catálogo possui o título “Experimentos de Física”, sobre a autoria do professor João Marcus Neres.

1. Sombras Coloridas



Figura 1 - Sombras Coloridas - Fonte: próprio autor

Sombras Coloridas (Figura 1) é composto por uma base retangular de madeira de dimensões 70 cm x 50 cm, onde foram afixadas, próximo a uma das extremidades, três lâmpadas com luzes monocromáticas de cores diferentes. As lâmpadas são de LED e podem ser acionadas individualmente.

De frente para as lâmpadas, na extremidade da base oposta a elas, é colocado um anteparo, de dimensões 50 cm x 50 cm, onde as luzes provenientes das lâmpadas podem ser projetadas, como na Figura 1.

Sobre a base, no espaço entre as lâmpadas e o anteparo, é posicionada uma lata de tinta spray pintada de preto, a lata deve ficar solta para ser posicionada em várias posições sobre a base. O objeto tem dimensões comparáveis às das lâmpadas para que, além das sombras coloridas, seja possível observar as regiões de penumbra. Quando as lâmpadas são acionadas a presença deste objeto faz com que sua sombra seja projetada no anteparo. Dependendo da quantidade de lâmpadas acionadas ao mesmo tempo, as sombras projetadas podem apresentar cores variadas.

Neste experimento diversos conceitos estão envolvidos. Dentre os conceitos abordados é possível citar: luzes monocromáticas e policromáticas, cores primárias, superposição de ondas eletromagnéticas, sombra, penumbra e princípio da propagação retilínea da luz (SILVA e SANTOS, 2019).

2. Periscópio

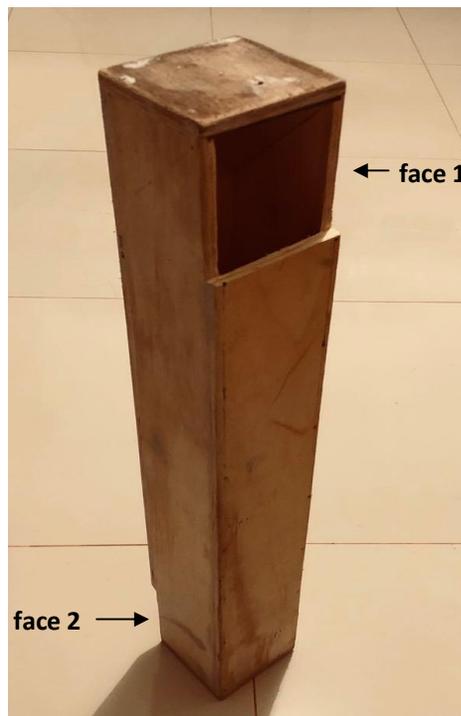


Figura 2- Periscópio - Fonte: próprio autor

O Periscópio (Figura 2) é composto por um tubo de madeira com aproximadamente 70 cm de comprimento e bases retangulares de 10 cm x 11 cm. Em duas faces opostas do tubo (face 1 e face 2 – Figura 2) foram deixadas aberturas, uma na parte superior e outra na parte inferior, onde dois espelhos foram encaixados. Os espelhos foram encaixados fazendo ângulos de 45° com as laterais de forma que ficassem paralelos um ao outro.

O observador poderá descobrir, manipulando o aparato e dispendo-o de maneiras diferentes, que deve posicionar os seus olhos perpendicularmente a uma das aberturas do Periscópio. A abertura do lado oposto deverá ser, por sua vez, posicionada perpendicularmente ao objeto que se deseja observar. Desta forma a luz emitida pelo objeto será refletida nos dois espelhos. O observador então verá a imagem do objeto sendo formada no espelho que está mais próximo aos seus olhos.

É possível mostrar, a partir do objeto, que a luz propaga retilineamente em meios uniformes, observar a reflexão da luz em superfícies planas e lisas, e compreender a formação de imagens em espelhos planos (SILVA e SANTOS, 2018).

3. Roda – Giroscópio



Figura 3- Roda Giroscópio - Fonte: próprio autor

Na construção da Roda-Giroscópio (Figura 3) foi utilizada uma roda dianteira de bicicleta, montando o pneu e a câmara de ar sobre o aro. Foi utilizada a roda dianteira, pois diferente da traseira ela não possui a catraca, o que dificultaria a manipulação do experimento. Logo em seguida duas pedaleiras foram acopladas ao eixo (pedaleiras – Figura 3). Foi utilizado um pneu liso, pois um pneu com cravos poderia causar ferimentos caso encoste-se à pessoa que estiver segurando a roda enquanto esta estivesse girando.

Enquanto uma pessoa segura firmemente a roda através dos apoios de eixo (pedaleiras – Figura 3), outra pessoa deve girar a roda impulsionando-a a partir do pneu. A pessoa que segura a roda poderá perceber, sempre que tentar realizar um pequeno movimento de rotação do eixo, que uma força será realizada pela própria roda em o posição a esse movimento.

Existem formas variadas de utilização do experimento como pendurá-la a partir de um pedaço de barbante amarrado à extremidade de um dos apoios de eixo, desta maneira, enquanto a roda girar, o seu eixo irá permanecer na posição vertical. Girando a roda e colocando-a no chão, sustentada por um dos apoios, é possível perceber que a roda realiza um movimento parecido com o de um pião. Girando em torno do próprio eixo e fazendo um movimento de precessão realizado no sentido contrário ao do primeiro movimento. Havendo uma cadeira giratória a disposição, é possível fazer mais uma demonstração, observando reações parecidas com as que foram anteriormente descritas.

Conceitos abordados: momento angular, movimento de rotação, velocidade angular, momento de inércia, conservação do momento angular.

4. Pêndulos – Serpente

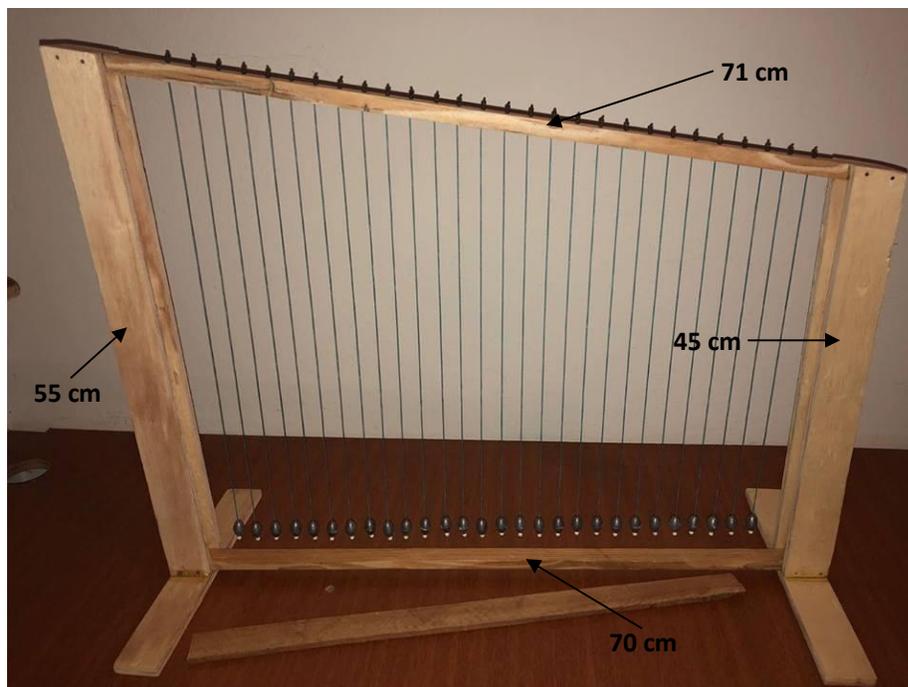


Figura 4- Pêndulos - Serpente - Fonte: próprio autor

A estrutura dos Pêndulos (Figura 4) é formada por uma armação de madeira que foi montada no formato de um trapézio (as dimensões estão na Figura 4). Sobre o apoio de dois pés, também de madeira, a armação fica posicionada na posição vertical. A parte superior da armação possui um ângulo de aproximadamente 9° com a direção horizontal.

Na parte superior da armação foram afixados 28 pêndulos, feitos de cordão encerado fino (poderiam ser utilizados fios finos de nylon) e chumbos de pescaria de 2 cm. Os chumbos foram alinhados horizontalmente fazendo com que cada pêndulo tenha um comprimento diferente dos outros, devido à inclinação no topo da armação.

Com o auxílio do pedaço de madeira ou de uma régua todas as massas dos pêndulos devem ser erguidas, deslocando no máximo 10 cm em relação a posição de repouso. Soltando as massas simultaneamente observa-se o movimento dos pêndulos. Após alguns instantes haverá a impressão de que os movimentos não estão sincronizados e a combinação dos seus movimentos formará algo parecido com o movimento de uma serpente.

O equipamento demonstrado apresenta diversos pêndulos simples, com isso é possível observar o período, a frequência e a amplitude em um movimento harmônico simples.

5. Gerador de Ondas Estacionárias



Figura 5- Gerador de Ondas Estacionárias - Fonte: próprio autor

O Gerador de Ondas Estacionárias (Figura 5) é composto por uma base de madeira com duas hastes articuladas afixadas em suas bordas. Nas extremidades superiores das hastes foram colados dois motores de aparelhos de DVD. Um pedaço de barbante de aproximadamente 60 cm é amarrado aos eixos de rotação, interligando os dois motores.

Ao acionar os motores o pedaço de barbante irá oscilar formando uma onda estacionária. As características da onda estacionária formada no barbante serão alteradas de acordo com o tamanho do pedaço de barbante utilizado e da distância colocada entre os dois motores.

Com este experimento é possível observar a formação de ondas mecânicas em uma corda, interferência entre ondas, ondas estacionárias e suas características.

6. Mini Bancada de Óptica

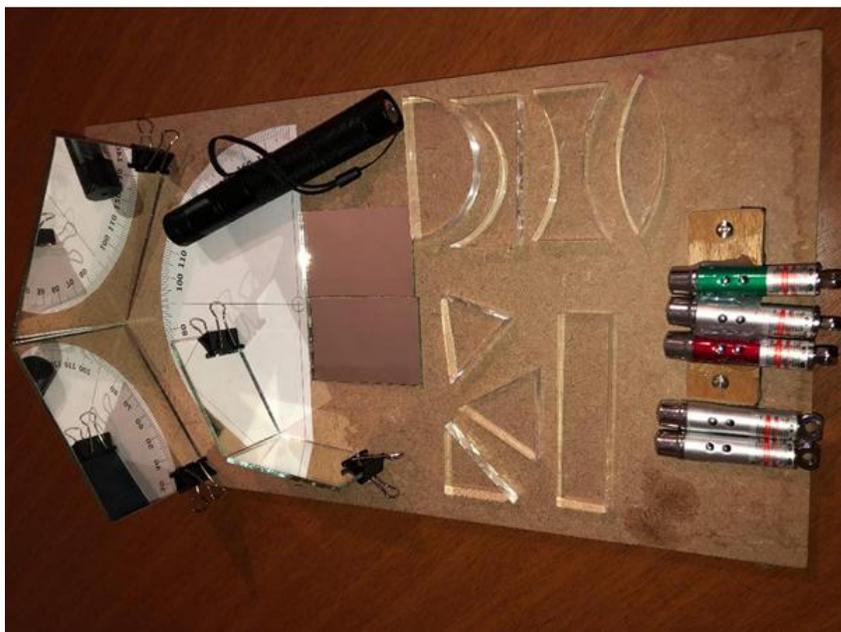


Figura 6- Mini Bancada de Óptica - Fonte: próprio autor

A Mini Bancada de Óptica (Figura 6) é composta por um conjunto de lentes côncavas e convexas, alguns prismas, espelhos planos, lasers e uma base com o desenho de um transferidor.

Diversas demonstrações e experimentos podem ser realizados utilizando a Mini Bancada de Óptica, podendo assim analisar a reflexão e a refração dos raios de luz, a formação da imagem em espelhos planos e a convergência e divergência dos raios de luz em lentes delgadas.

7. Circuitos Elétricos – Série e Paralelo

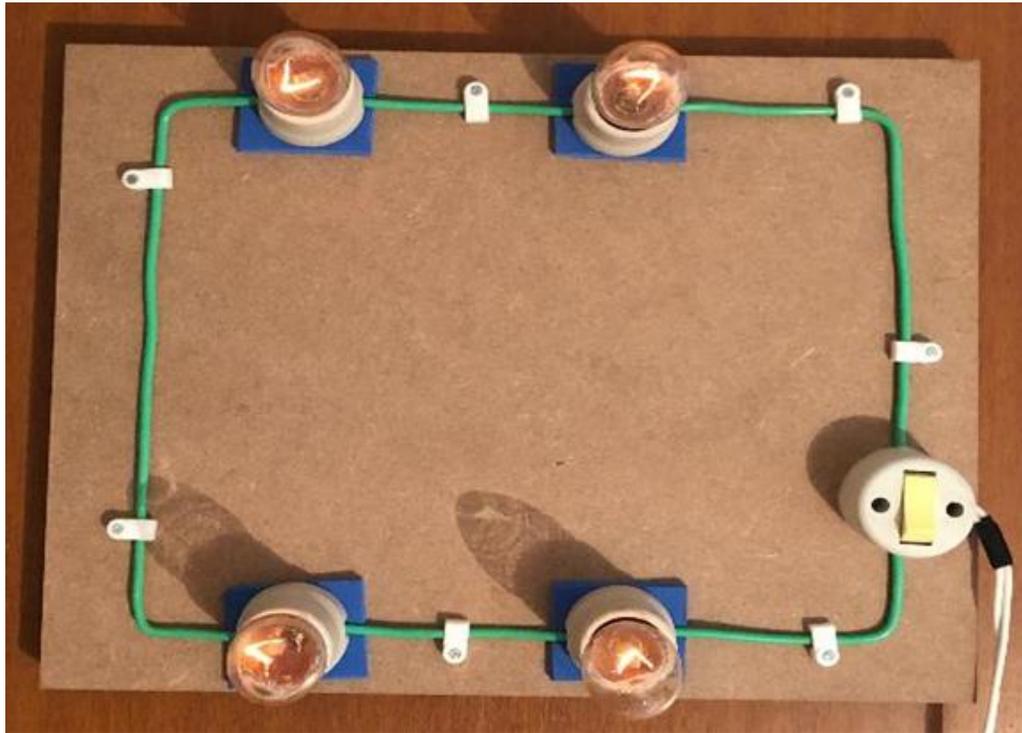


Figura 7- Circuito Elétrico em Série - Fonte: próprio autor

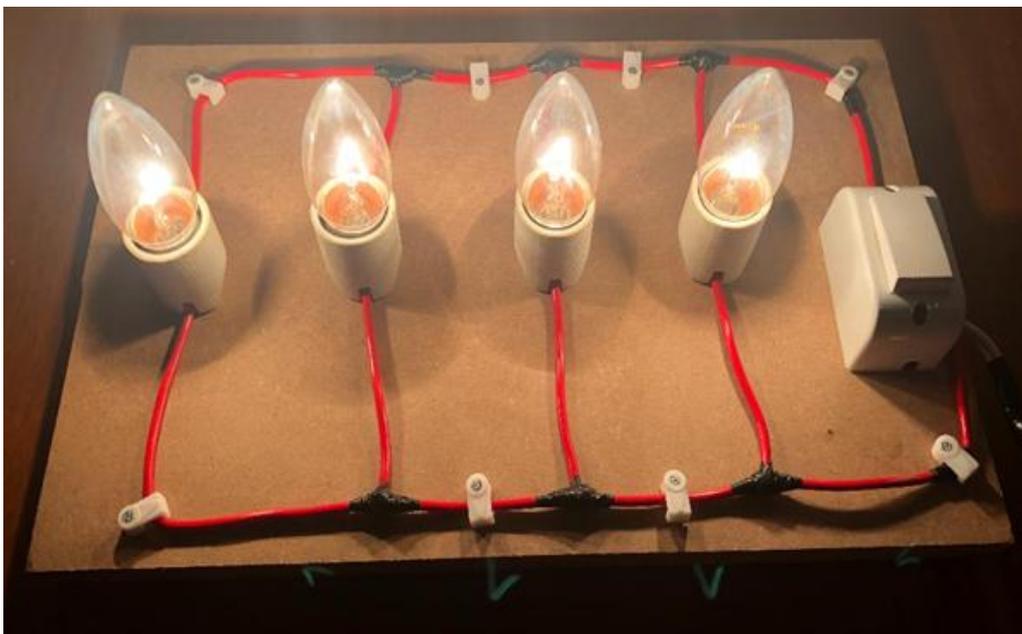


Figura 8- Circuito Elétrico em Paralelo - Fonte: próprio autor

Dois circuitos elétricos, um em série e outro em paralelo, foram montados sobre bases retangulares de madeira (Figuras 7 e 8). Cada circuito liga quatro lâmpadas com especificações idênticas (no experimento montado foram usadas lâmpadas halógenas de 127 V e 70 W). Lembrando que os detalhes das instalações elétricas se encontram no catálogo do Apêndice A, anexado à dissertação.

Ao ligar cada um dos circuitos será possível perceber, devido aos contrastes nos brilhos das lâmpadas, algumas diferenças. As diferenças existentes nos funcionamentos dos aparelhos elétricos quando são ligados em série ou em paralelo, podem ser analisadas e discutidas.

Observando os circuitos pode-se ter uma ideia a respeito dos conceitos de resistência elétrica, corrente elétrica, diferença de potencial elétrico, potência elétrica dissipada, e as diferenças dessas grandezas em associações de circuitos em série e em paralelo.

8. Elevadores Hidráulicos

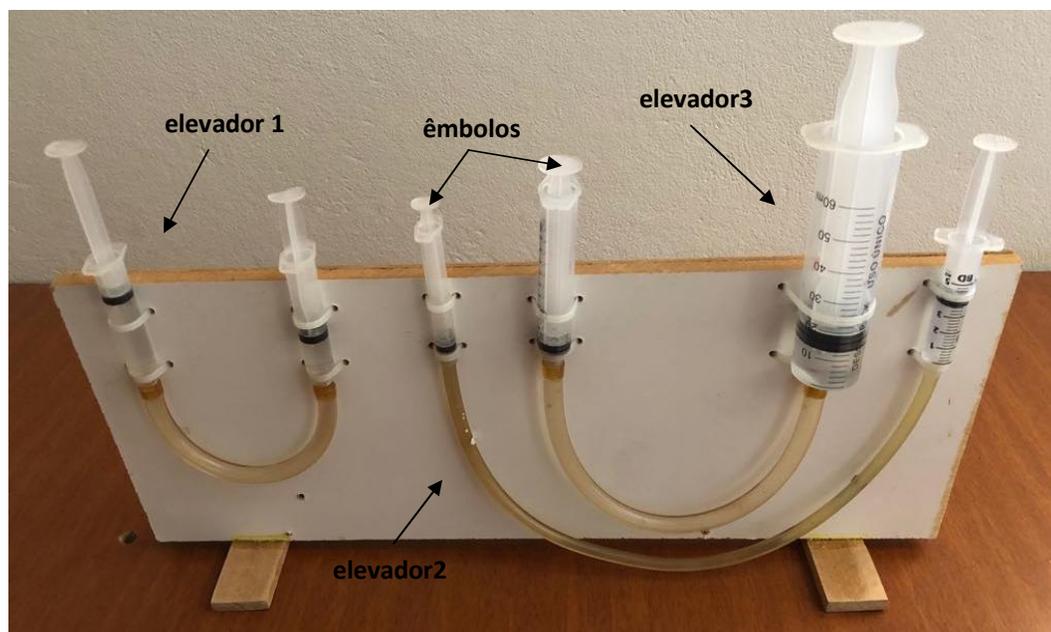


Figura 9- Elevadores Hidráulicos - Fonte: próprio autor

Foram montados 3 elevadores hidráulicos sobre o mesmo apoio de madeira (Figura 9). Os elevadores foram feitos com seringas de variados diâmetros interligadas de duas em duas utilizando mangueirinhas de aquário. Foram interligadas duas seringas de 5 ml (elevador 1- figura 9), a seringa de 3 ml foi interligada a uma seringa de 5 ml (elevador 2 – figura 9), e uma seringa de 10 ml foi interligada a uma de 60 ml).

Quando o êmbolo (êmbolos – Figura 9) de uma seringa for pressionado, o êmbolo da que está interligada a ela irá se elevar. É possível perceber que, no elevador feito com seringas de mesmo diâmetro, as forças aplicadas nas duas seringas, para fazer com que a outra seja elevada, são iguais. Nos elevadores feitos com seringas de diâmetros diferentes há diferenças nas forças aplicadas. A força aplicada na seringa mais fina, para fazer com que o êmbolo da mais grossa se eleve, é menor do que fazer a mais fina se erguer pressionando a mais grossa.

O funcionamento dos Elevadores Hidráulicos está relacionado com o Teorema de Pascal, podendo assim observar os conceitos de força e pressão relacionados a ele.

4.2. ESTRUTURAÇÃO DA EXPOSIÇÃO ITINERANTE DE FÍSICA

Com os experimentos e o catálogo prontos foram dados os próximos passos para a estruturação da Exposição Itinerante de Física. Esses passos foram essenciais para a realização da atividade, e envolveram:

1. Elaboração da estrutura para o transporte do material;
2. Confeção das placas informativas;
3. Treinamento da equipe de monitores.

4.2.1. TRANSPORTE DO MATERIAL

A fim de realizar o transporte de todo o material que compõe a Exposição Itinerante de Física com maior facilidade, foram adquiridas algumas caixas plásticas onde os experimentos puderam ser guardados e transportados sem sofrer danos. O transporte foi feito em um carro com o porta malas de volume igual a 430 litros, porém a estrutura montada permite fazer o transporte num porta malas menor.

Os Circuitos Elétricos em Série e Paralelo, a Mini Bancada de Óptica, O gerador de Ondas Estacionária, algumas caixas pequenas com peças desmontáveis dos experimentos e as placas informativas foram transportadas dentro de uma caixa plástica com tampa, de dimensões: 40 cm x 58 cm x 32 cm.

Em uma das caixas menores foram postas as lâmpadas dos experimentos Sombras Coloridas e dos Circuitos Elétricos em Série e em Paralelo. Em outra caixa pequena foi colocado algumas ferramentas e material sobressalente, caso fosse necessário realizar algum tipo de reparo nos experimentos durante a realização das mostras. O conjunto de material sobressalente e ferramentas incluíam: tesoura, chaves philips e de fenda, pistola e bastões de cola quente, rolo de barbante e pilhas modelo AA para o Gerador de Ondas Estacionárias,

lasers para a Mini Bancada de Óptica, seringas e abraçadeiras para os Elevadores Hidráulicos, além de fita métrica, fita isolante e alicates.

As peças da Mini Bancada de Óptica ficam soltas e não afixadas à sua base, por isso elas também precisaram de caixas menores. Para evitar que as lentes, os prismas e os espelhos sofressem arranhões ou quebrassem, eram transportados revestidos com espuma de forma que ficassem encaixados sem movimentar ali dentro.

Outra caixa plástica grande, com dimensões muito próximas da primeira, foi adquirida para auxiliar no transporte do material. Os experimentos Sombras Coloridas (com as lâmpadas retiradas), o Periscópio e Os Elevadores Hidráulicos foram transportados em uma caixa sem tampa (modelo de “caixa de feira”). Na caixa também foi transportada uma corda que era utilizada junto com a Roda Giroscópio em suas demonstrações e os seus apoios de eixo (manoplas). Uma dica para o transporte da Roda Giroscópio é retirar os apoios de eixo para ficar mais fácil de encaixá-la dentro do veículo onde o material estiver sendo transportado.

A Roda Giroscópio e os Pêndulos Serpente não cabiam dentro das caixas, e os seus formatos dificultaram os transportes, mas mesmo assim dava para encaixá-los no porta malas do veículo junto das caixas. Para evitar que os Pêndulos se entrelaçassem, precisaram ser presos com um pregador de roupas, e como o experimento possui vinte e oito pêndulos eles eram presos de sete em sete, utilizando quatro pregadores.

A Figura 10 mostra os experimentos organizados e prontos para serem transportados:



Figura 10 - Experimentos organizados para serem transportados - Fonte: próprio autor

As ferramentas e o material sobressalente que foi selecionado para compor a Exposição Itinerante de Física foram fundamentais para a sua realização. Em quase todas as exposições que foram realizadas nas escolas algum tipo de reparo precisou ser feito. O barbante do Gerador de Ondas Estacionárias, por exemplo, embolava muito facilmente, e à entrada de cada nova turma que participou da exposição, ele precisou ser trocado. Outra situação que pode ser citada foi o que aconteceu com os lasers da Mini Bancada de Óptica, que desalinham duas vezes durante o decorrer das atividades da exposição, por isso a pistola e os bastões de cola quente foram essenciais.

A Figura 11 registra um dos momentos, entre as atividades realizadas em duas turmas, em que os lasers da Mini Bancada de Óptica precisaram ser reparados.



Figura 11 - Momento do reparo da Mini Bancada de Óptica - Fonte: Próprio autor

4.2.2. PLACAS INFORMATIVAS

A comunicação é um fator importante na realização de uma exposição de experimentos como a Exposição Itinerante de Física (CHINELLI; et. al, 2008). Por isso para auxiliar no momento de interação com os experimentos foram confeccionadas algumas placas informativas.

As placas foram confeccionadas em folhas de papel no tamanho A4 presas em pranchetas posicionadas ao lado de cada experimento. Nas placas havia o nome do experimento e uma seção “Você Sabia?” com curiosidades relacionadas a alguns conceitos científicos que podiam ser observados durante o funcionamento do experimento.

A Figura 12 mostra a Mini Bancada de Óptica com a placa informativa posicionada próxima a ela. Todas as Placas Informativas confeccionadas estão anexadas ao trabalho no Apêndice B.



Figura 12 - Placa informativa próxima a Mini Bancada de Óptica – Fonte: próprio autor

4.2.3. EQUIPE DE MONITORES

Uma equipe de seis monitores voluntários foi treinada para auxiliar durante a realização da Exposição Itinerante de Física. A seleção da equipe de monitores foi feita a partir de um critério de confiança entre o pesquisador e os possíveis colaboradores, e o interesse destes em contribuir com o desenvolvimento do trabalho. Composto a equipe havia três familiares do pesquisador, um amigo próximo, e dois ex-alunos da Escola Estadual Barão de Gorutuba.

As formações dos integrantes da equipe de monitores eram: um engenheiro de produção, uma psicóloga, uma cientista da computação, um estudante de Bacharel em Ciência e Tecnologia, uma estudante de Letras e um estudante de Tecnologia em Agronegócio. Por isso a atuação dos monitores esteve focada em assegurar a utilização correta dos experimentos, o transporte e o cuidado com o material, auxiliar na aplicação dos testes e nos registros das imagens da atividade. Apesar da atuação dos monitores não enfatizar a explicação de conceitos presentes nos experimentos, o treinamento envolveu um pouco das definições de Física apresentadas neles.

Sendo assim a o treinamento dos monitores foi dividido em duas partes, a primeira parte foi a distância e a segunda foi um encontro presencial com toda a equipe.

Na primeira parte do treinamento (a distância), através das redes social, foi explicado para os monitores quais eram os objetivos da pesquisa, e enviados a eles o catálogo e as placas informativas. Os monitores puderam, durante mais ou menos duas semanas, estudar sobre o funcionamento dos experimentos, os cuidados que deveriam ter ao manipulá-los e ler a respeito os conceitos presentes em cada um deles. Foi solicitado que as duvidas que surgissem ao estudar o material fossem anotadas para que no encontro presencial fossem sanadas.

O encontro presencial aconteceu na casa do pesquisador, na tarde do dia 11 de maio de 2019 e teve duração de 3 horas e seguiu o seguinte roteiro:

- Agradecimento pelo apoio na realização da atividade.
- Reforço sobre os objetivos do trabalho.
- Apresentação dos roteiros das exposições - foi explicado para os monitores qual seria a dinâmica de aplicação dos testes, realização das exposições com cada turma e a troca de turmas para participar da atividade;
- Apresentação e explicações sobre os questionários.
- Interação dos monitores com os experimentos – neste momento os monitores estiveram livres para utilizar os experimentos, para se habituarem melhor com eles.
- Explicações sobre os experimentos – neste momento as dúvidas que os monitores tinham sobre os experimentos puderam ser respondidas. Esta etapa focou também na utilização correta dos experimentos e medidas de segurança para certificar a integridade do material e para que não ocorresse nenhum acidente com os estudantes no momento das exposições dos experimentos.
- Coffee Brake.

Apesar de seis monitores terem sido formados, apenas quatro deles puderam auxiliar na realização da Exposição Itinerante de Física. Os outros dois não puderam, pois as datas e horários de realização das atividades chocaram com os de seus estudos. Porém esses dois monitores de dispuseram a auxiliar em atividades futuras.

Os quatro monitores restantes, além do pesquisador, foram suficientes para acompanhar as atividades. A turma que participou da atividade em maior número tinha 36 alunos, logo não houve dificuldades em gerenciar a participação das turmas. Cada monitor

ficou responsável em monitorar apenas dois experimentos podendo acompanhar os alunos na utilização deles.

4.3. REALIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO ITINERANTE DE FÍSICA

A etapa de realização da Exposição Itinerante de Física será detalhada nos tópicos a seguir. Essa etapa foi dividida em três tópicos, assim como na etapa de estruturação da exposição, que são:

1. Amostra da pesquisa.
2. Realização das exposições nas escolas.
3. Aplicação dos questionários.

4.3.1. AMOSTRA DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em duas escolas públicas na cidade de Janaúba. Janaúba fica localizada no norte do Estado de Minas Gerais e possui um pouco mais de setenta mil habitantes (segundo dados oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). A cidade recebe muitas pessoas das cidades vizinhas, para fins comerciais, questões relacionadas à saúde e até para estudos, pois possui diversos instituições de ensino superior, particulares e públicas. A cidade possui também grande área de zona rural, por ter como uma de suas principais atividades comerciais os agronegócios. Há na cidade 10 escolas que podem atender aos estudantes de Ensino Médio, o que inclui um campus do Instituto Federal do Norte de Minas (IFNMG), seis escolas estaduais, e três escolas privadas, além de várias instituições de Ensino Infantil e Fundamental.

Uma das escolas onde a pesquisa foi realizada é a Escola Estadual Barão de Gortuba (EEBG) onde o pesquisador é também professor de Física desde o ano de 2013. A EEBG possuía em 2019, 7 turmas de Ensino Médio, sendo elas: duas turmas de 1º Ano, três turmas de 2º Ano e duas turmas de 3º Ano. Assim 132 alunos da EEBG participaram da pesquisa.

A outra escola que recebeu a Exposição Itinerante de Física foi o Instituto Federal do Norte de Minas (IFNMG) campus Janaúba. No IFNMG campus Janaúba, havia em 2019 quatro turmas de Ensino Médio: 1º, 2º e 3º anos do curso Técnico em Informática para Internet Integrado ao Ensino Médio e um 1º ano do curso Técnico em Vigilância em Saúde integrado ao Ensino Médio. Cento e dezoito alunos do IFNMG participaram da pesquisa.

No total 250 alunos estiveram envolvidos na pesquisa, todos eles responderam ao pré teste que foi aplicado antes dos estudantes participarem da atividade com os experimentos. Porém, destes alunos, 11 da EEBG e 2 do IFNMG não responderam ao pós teste que foi aplicado depois de terem participado da atividade com experimentos, essa diferença poderá ser percebida nos gráficos que serão apresentados posteriormente, mas não influenciaram nas análises dos resultados da pesquisa.

Cabe ressaltar aqui a importância do apoio dos professores e das direções das escolas que receberam a Exposição Itinerante de Física. O interesse, a disponibilidade e a receptividade destes foram essenciais para o desenvolvimento do trabalho.

4.3.2. REALIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO

Nos meses de maio e julho de 2019 foi realizada a Exposição Itinerante de Física nas escolas citadas no tópico anterior. Antes da realização das atividades as datas e horários foram definidos com o auxílio das direções, coordenações e professores das instituições que a receberam.

Durante as atividades, no momento em que os experimentos eram utilizados pelos estudantes com o auxílio dos monitores, o pesquisador pode observar algumas reações, o interesse demonstrado pelos alunos na participação da atividade e as interações destes com os experimentos. Algumas situações foram registradas com fotografias e filmagens, para auxiliar nas reflexões a respeito do trabalho desenvolvido.

No momento da realização da Exposição Itinerante de Física os experimentos foram dispostos em uma das salas das escolas. A atividade com experimentos teve duração média de uma hora com cada turma. Houve variações no tempo de realização da atividade devido à diferença do número de alunos em cada turma, do interesse das turmas em interagir com os monitores, e com os próprios colegas fazendo perguntas e utilizando os experimentos de formas diversificadas. A Figura 13, por exemplo, mostra o momento em que um grupo de alunos do IFNMG manipula alguns prismas fora da Mini Bancada de Óptica (Figura 6), aproveitando de maneira criativa a luz solar para perceber a dispersão da luz branca.



**Figura 13 - Alunos do IFNMG utilizando de forma criativa os instrumentos da Mini Bancada de Óptica -
Fonte: próprio autor**

A atividade na Exposição Itinerante de Física foi dividida em dois momentos, no primeiro momento os alunos ficaram livres para interagirem com os experimentos por cerca de trinta minutos, sobre a orientação e supervisão da equipe dos monitores treinados e do próprio pesquisador. Mesmo no momento em que os alunos estavam livres para utilizarem os experimentos, devido às dúvidas e interesses que iam surgindo nos estudantes, ocorriam interações entre estes e o pesquisador. As figuras 14 e 15 mostram, respectivamente, os alunos do EEBG e do IFNMG manipulando alguns experimentos.



Figura 14 - Alunos da EEBG manipulando os experimentos Periscópio e Sombras Coloridas - Fonte: próprio autor



Figura 15 - Alunos do IFNMG manipulando os experimentos Pêndulos Serpente e Circuitos Elétricos - Fonte: próprio autor

No segundo momento (trinta minutos restantes) foi feita a interação entre o pesquisador e os visitantes. Estes puderam dialogar a respeito do funcionamento e dos conceitos que podem ser observados em cada experimento, e de algumas situações reais e do cotidiano dos alunos que estão relacionadas a esses conceitos.

Nas Figuras 16 e 17 a seguir há o registro de dois dos instantes em que o pesquisador interagiu com os alunos da EEBG e do IFNMG, respectivamente, dialogando a respeito dos experimentos.



**Figura 16 - Pesquisador interagindo com os alunos da EEBG, dialogando sobre os Circuitos Elétricos -
Fonte: próprio autor**



**Figura 17 - Pesquisador interagindo com os alunos do IFNMG, dialogando sobre os Circuitos Elétricos -
Fonte: próprio autor**

A Tabela 2 a seguir contém o cronograma seguido para a organização do trabalho desenvolvido nas escolas.

Tabela 2: Cronograma para realização do trabalho nas escolas

Meses	Ação a ser realizada
Março/2019	Contato com as direções e coordenação das escolas para a definição das datas e das turmas participantes
Abril/2019	Treinamento da equipe de monitores
Maió/2019	Continuação do treinamento dos monitores Realização da Exposição Itinerante de Física
Julho/2019	Realização da Exposição Itinerante de Física

A Tabela 3 mostra as datas em que a Exposição Itinerante de Física foi realizada em cada turma das escolas, os números de alunos em cada uma e os turnos em que ocorreram.

Tabela 3: Datas, turmas e turnos da realização da Exposição Itinerante de Física

Datas	Turmas, número de alunos e turnos
22 de maio/2019	2º Ano A – EEBG – 20 alunos – manhã 2º Ano B – EEBG – 17 alunos – manhã 3º Ano A – EEBG – 27 alunos – manhã 3º Ano B – EEBG – 10 alunos – tarde 2º Ano C – EEBG – 9 alunos – tarde
25 de maio/2019	1º Ano – Técnico em Informática para Internet – IFNMG – 28 alunos – manhã 2º Ano – Técnico em Informática para Internet – IFNMG – 28 alunos – manhã 3º Ano – Técnico em Informática para Internet – IFNMG – 26 alunos – manhã
6 de julho/2019	1º Ano – Técnico em Vigilância em Saúde – IFNMG – 36 alunos – manhã
10 de julho/2019	1º Ano A – EEBG – 29 alunos – manhã 1º Ano B – EEBG – 20 alunos – manhã

Cabe ressaltar que a atividade feita em cada turma foi realizada em seus dias letivos e nos turnos normais de aula. Os dois dias onde a Exposição Itinerante de Física foi realizada no IFNMG eram sábados letivos, e os alunos foram previamente comunicados pelo professor de Física a respeito da realização da atividade, havendo assim um número expressivo de alunos dessas turmas participando.

Na EEBG as turmas do 3º Ano B e do 2º Ano C são de tempo integral, por isso a atividade foi feita no turno da tarde seguindo a disponibilidade das mesmas, diferente das outras turmas que funcionam apenas no turno da manhã.

Na Figura 18 dois dos monitores que finalizaram a organização da Exposição Itinerante de Física na sala da EEBG aguardam a chegada dos alunos, que nesse momento estão respondendo ao pré-teste.



Figura 18– Exposição Itinerante de Física organizada na EEBG e monitores aguardando a chegada dos alunos - Fonte: próprio autor

4.3.3. APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

Durante a realização da pesquisa os alunos que participaram da atividade proposta responderam a dois questionários, um anterior e outro posterior a atividade de interação com os experimentos. Os questionários eram de opinião e não buscavam fazer qualquer tipo de avaliação dos alunos. Não houve identificação dos sujeitos que responderam aos questionários, porém pra melhor controle, contagem e análise das respostas houve o monitoramento do número de alunos de cada turma e das escolas às quais pertenciam (Tabela 3).

As questões de 1 a 7 do pré-teste e de 1 a 6 do pós-teste foram de múltipla escolha, e as respostas tinham valores de 1 a 5, elaboradas em escala de respostas gradativas, semelhantes à escala de Likert, seguindo a seguinte classificação:

- 1- Muito ruim
- 2- Ruim
- 3- Razoável
- 4- Bom
- 5- Muito bom

As duas últimas questões de ambos os questionários eram abertas e os alunos ficaram a vontade para expressar suas opiniões.

Na Tabela 4 a seguir são apresentadas as perguntas que compõem cada questionário.

Tabela 4: Perguntas que compõem os questionários

Questão	Questionário Prévio	Questionário Posterior
1	Qual a importância que você atribui a disciplina de Física para a sua formação?	Qual a sua opinião sobre a atividade realizada?
2	Na sua opinião, qual a influência da Física em analisar situações do dia-a-dia?	Como você avalia a importância da realização de experimentos associados a disciplina de Física?
3	Como você avalia o seu aproveitamento na disciplina de Física?	Na sua opinião, qual a relação das atividades experimentais apresentadas com situações do dia-a-dia?
4	De que forma você avalia seu interesse pela Física?	Como você avalia os experimentos de Física apresentados?
5	Como você avalia seu empenho na realização das atividades propostas pelo professor de Física?	Como foi a sua compreensão dos conceitos abordados nos experimentos apresentados?
6	Em sua opinião qual a importância da realização de atividades experimentais no desenvolvimento da disciplina de Física?	Como você avalia a sua participação na atividade experimental apresentada?

7	Você se lembra de alguma atividade experimental de Física que participou na escola? Descreva e justifique sua opinião sobre a atividade.	Na sua opinião, os experimentos apresentados podem ajudar o seu aproveitamento da disciplina de Física?
8	Faça um relato sobre como, em sua opinião, as atividades experimentais podem auxiliar na compreensão de conceitos de Física?	Qual ou quais experimentos chamaram mais a sua atenção? Descreva e justifique a sua opinião sobre o experimento.
9		Faça um breve relato da sua opinião a respeito da atividade realizada com experimentos?

As questões do Questionário Prévio enfatizaram as opiniões dos alunos em relação ao valor que estes atribuem ao aprendizado da Física, como tem sido o aproveitamento destes em relação a disciplina, o interesse pelos assuntos estudados na matéria e a importância da realização de atividades experimentais para o aprendizado.

De forma semelhante ao Questionário Prévio, o Questionário posterior buscou fazer o levantamento das opiniões dos alunos, porém dando foco à atividade com experimentos que participaram. As questões enfatizaram a opinião dos estudantes sobre a atividade, a importância da utilização de experimentos, o envolvimento deles na atividade, a compreensão dos conceitos abordados nos experimentos, e a relação dos experimentos utilizados com situações do cotidiano.

É importante observar que o número das questões do Questionário Prévio e do Posterior nem sempre correspondem a ao mesmo tema. Os temas das questões estão distribuídos da seguinte forma:

- As questões 1 e 2 do Prévio e as questões de 1 a 4 do Posterior enfatizam a opinião dos alunos quanto ao estudos da Física e quanto a atividade com experimentos realizada.

- Nas questões de 3 a 5 do Prévio e as questões de 5 e 6 do Posterior os alunos fazem uma auto avaliação dos seus envolvimento e aproveitamentos nas aulas de Física e na atividade realizada.

- As questões 6 do Prévio e 7 do Posterior são a respeito da importância atribuída pelos alunos na realização de atividades experimentais para auxiliar na disciplina de Física.

- As questões 7 e 8 do Prévio e as questões 8 e 9 do Posterior, são discursivas e estão relacionadas à utilização de experimentos nas aulas tradicionais na escola e a realização da atividade desenvolvida.

Para tornar prática a análise das respostas dos alunos às questões de múltipla escolha, foram construídos gráficos com as médias das respostas às questões. A média foi feita com escala de 1 a 5, de acordo com os valores de cada alternativa, sendo que quanto mais próximo de 5 foi o resultado, melhor a opinião dos alunos em relação ao tema da questão (SANTOS, 2009), como mostrado no gráfico da Figura 19.

Para as questões de discursivas também foram confeccionados gráficos. Diversos alunos responderam algumas questões de maneira bastante similar, assim cada seção desses gráficos (representadas nos eixos horizontais) mostra o número de alunos que responderam de maneira semelhante.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos na pesquisa e que serão discutidos a seguir buscam analisar se a atividade com experimentos é capaz de gerar algum efeito sobre o estudante de educação básica, alterando a visão destes a respeito da Física, considerando resultados imediatos e não em longo prazo.

Foram considerados como critério para esta análise, fatores relacionados à motivação que foram apresentados no Referencial Teórico. Lembrando que a motivação intrínseca, segundo Guimarães e Boruchovitch (2004), está relacionado a três aspectos psicológicos que necessitam de satisfação para que ocorra, que são: desenvolvimento da autonomia, sensação de competência e o estabelecimento de vínculos.

Além dos fatores citados acima, também serão levados em conta para a discussão dos resultados alguns aspectos relacionados à teoria de Vigotsky (2003) que envolvem o processo de aprendizagem desenvolvendo competências e gerando modificação no comportamento do sujeito e interações na ZDP. Interações estas que estão relacionadas com os aspectos emocionais do aprendiz, o que pode apontar para questões a respeito da motivação.

As análises irão proporcionar dados para que seja realizada a discussão sobre a possível motivação gerada nos alunos a partir da realização da Exposição Itinerante de Física. Sendo assim, nos dois tópicos a seguir serão apresentados e discutidos os resultados obtidos através da aplicação dos questionários, e alguns resultados obtidos através da observação dos comportamentos dos alunos ao participarem da atividade.

5.1. ANÁLISES DOS QUESTIONÁRIOS

A seguir serão apresentados e interpretados os gráficos que resultaram da aplicação dos questionários feitos na etapa de realização da Exposição Itinerante de Física. As discussões a respeito dos resultados dos gráficos serão feitas de forma semelhante ao que foi feito no trabalho desenvolvido por Santos (2009).

O gráfico das Figuras 19, 20 e 21 mostram as médias das respostas dos alunos às questões de múltipla escolha do Pré e do Pós-Testes.

As questões 1 e 2 do Pré e as questões de 1 a 4 do Pós-Teste enfatizam a opinião dos alunos quanto ao estudo da Física e quanto a atividade com experimentos que foi realizada, envolvendo ainda a aplicação da Física em situações do cotidiano.

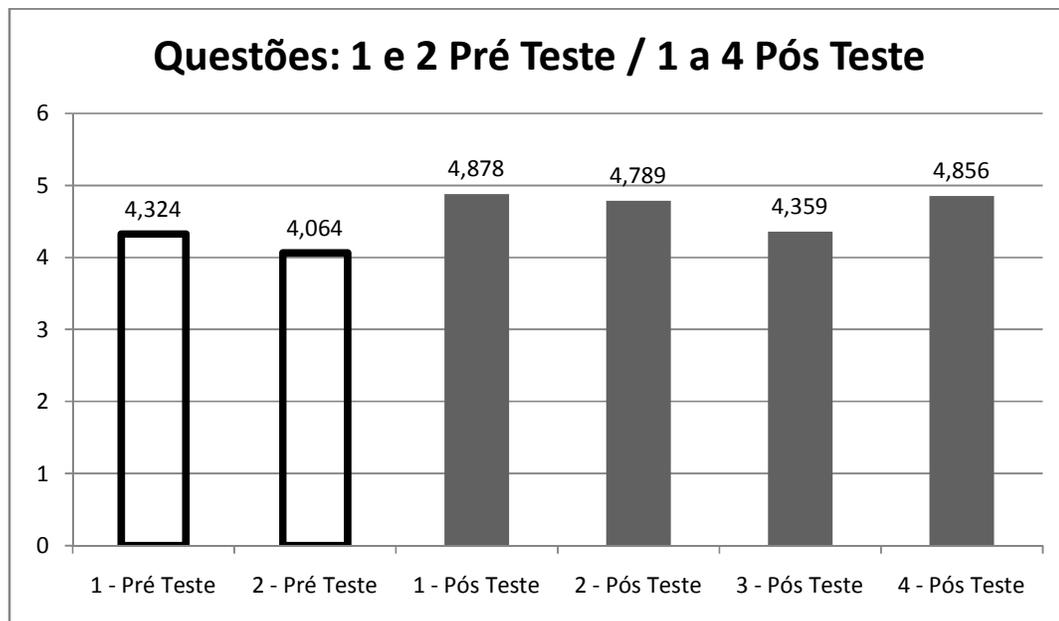


Figura 19 - Médias das respostas dos alunos às questões 1 e 2 do Pré Teste e 1 a 4 do Pós Teste

Os resultados apresentados no gráfico da Figura 19 mostram que houve uma melhoria na opinião dos estudantes em relação à importância atribuída por eles ao estudo da Física e a sua relação com situações do cotidiano. Além disso, percebe-se que os alunos atribuíram importância também à realização de atividades experimentais relacionadas a disciplina de Física e à atividade com experimentos que participaram.

Os resultados indicam que apesar da importância que os estudantes já atribuem aos estudos da Física, a atividade com experimentos pode alterar a maneira com que o aluno encara a disciplina e tenha um sentimento mais positivo em relação ao seu estudo. Possivelmente isso ocorreu devido à forma como os conceitos de Física são apresentados a partir da demonstração dos experimentos, o que é feito de forma diferente ao que ocorre nas aulas de Física que os alunos já estão acostumados a participar.

É possível entender que houve uma melhoria no interesse dos alunos que, percebendo os efeitos da atividade realizada, adquirem melhor sensação de competência (GUIMARÃES E BORUCHOVITCH, 2004), ressaltando a importância da utilização de experimentos no processo de ensino e aprendizagem de Física e como fator motivador (OLIVEIRA, 2010; MORAIS E SANTOS, 2016).

Nas questões de 3 a 5 do Pré e as questões de 5 e 6 do Pós-Teste os alunos fazem uma auto-avaliação, pois elas estão relacionadas a opinião deles quanto ao envolvimento e aproveitamento nas aulas de Física e na atividade que foi realizada.

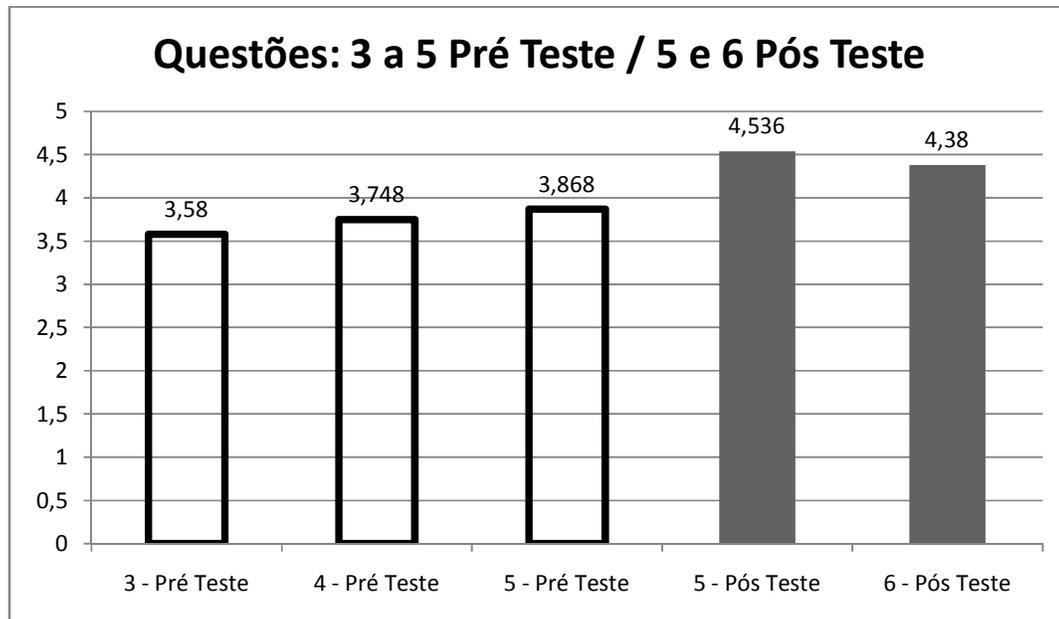


Figura 20 – Médias das respostas dos alunos às questões 3 a 5 do Pré Teste e 5 e 6 do Pós Teste

Observando esses resultados (Figura 20) é possível perceber, de acordo com a visão dos próprios alunos, que houve maior envolvimento e aproveitamento dos estudantes na atividade realizada com experimentos quando comparados ao que costuma acontecer nas aulas de Física e nas atividades propostas pelo professor. Este resultado não indica melhoria na aprendizagem dos alunos, para que isto fosse analisado necessitaria de um estudo com tempo mais estendido, ao longo de uma etapa ou de todo o ano escolar. Mas é possível concluir que a realização da atividade gerou um progresso na sensação de competência e na auto-estima dos estudantes, o que está relacionado com a obtenção de êxito durante a realização da atividade além da satisfação da curiosidade (GUIMARÃES E BORUCHOVITCH, 2004).

Segundo Lourenço e De Paiva (2010) melhores resultados são alcançados quando fatores relacionados a motivação são observados no desenvolvimento da aprendizagem, o próprio pensamento é gerado pela motivação, isto é desejos, interesses e emoções (VIGOTSKY, 2003). Indivíduos motivados se envolvem no processo de ensino e aprendizagem buscando o crescimento intelectual e a própria satisfação, causando desta forma modificação no comportamento do sujeito. O que indica que atividades com experimentos, como a que foi realizada, podem alcançar alguns de seus objetivos como: motivar, despertar e estimular os alunos, aprimorar capacidade de observação e registros de informações e aprendizagem de conceitos (OLIVEIRA, 2010). O que poderia ser analisado a partir de um

estudo mais estendido, discutindo-se os reflexos desse tipo de atividade sobre a aprendizagem dos estudantes.

As questões 6 do Pré Teste e 7 do Pós Teste enfatizam a importância atribuída pelos alunos à realização de atividades experimentais no desenvolvimento da disciplina de Física e o auxílio que a Exposição Itinerante de Física pode oferecer a esse processo.

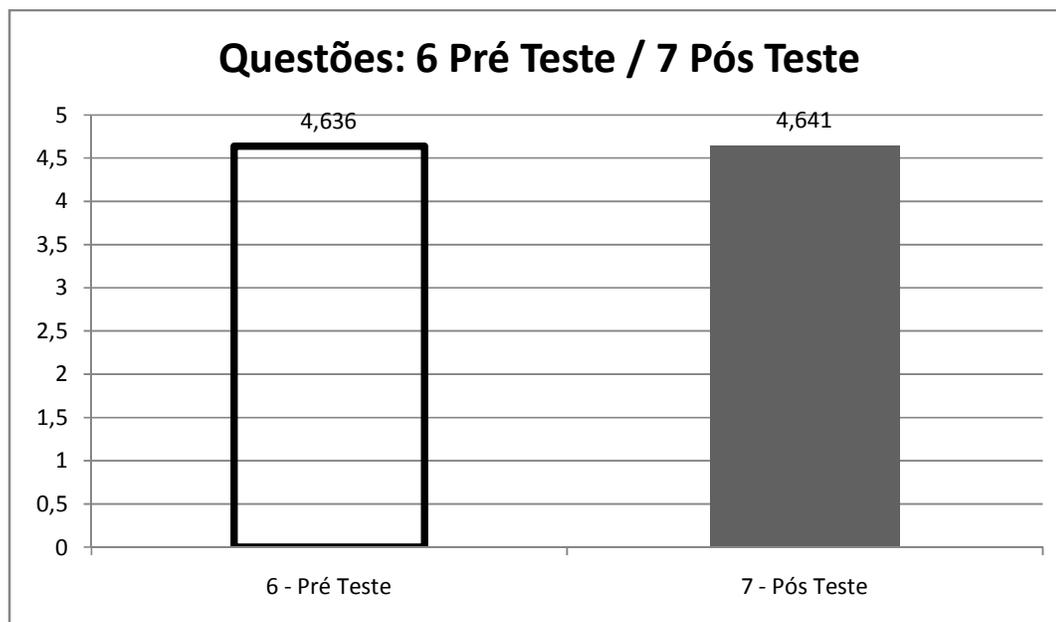


Figura 21 - Médias das respostas dos alunos às questões 6 a 5 do Pré Teste e 7 do Pós Teste

Os resultados mostrados no gráfico da Figura 21 indicam que há consentimento entre os alunos quanto à importância da realização de atividades experimentais para os desdobramentos dos estudos da disciplina, assim como há um consentimento também entre os alunos sobre o possível auxílio que a atividade que participaram na Exposição Itinerante de Física pode oferecer ao processo de aprendizagem. Estes resultados reiteram a respeito da influência positiva que realização de atividades experimentais pode ter sobre o comportamento e motivação dos estudantes.

Algumas respostas as questões 7 do Pré Teste e 8 e 9 do Pós Testes, que são discursivas e dizem a respeito da realização de atividades experimentais em sala de aula e a respeito da atividade que os alunos acabaram de participar, foram transcritas e também serão apresentadas dos gráficos construídos. Os alunos responsáveis por essas respostas não serão identificados, mas antes de cada transcrição haverá a indicação do número da escola e da turma a que eles pertencem. Os números das escolas e das turmas seguem um critério de

catalogação utilizada a fim de organização do trabalho. As escolas receberam os nomes “Escola 1” e “Escola 2”, e as turmas também foram identificadas com números de 1 a 7.

As questões 7 do Pré Teste e 8 do Pós Teste são a respeito das atividades experimentais de Física que os alunos já participaram nas escolas e as opiniões deles sobre os experimentos que compõem a Exposição Itinerante de Física, respectivamente. Por isso a apresentação dos resultados e as análises serão feitas uma após a outra.

Os gráficos da Figuras 22 e 23 mostram os resultados das respostas dos alunos à Questão 7 do Pré-Teste:



Figura 22 - Número de alunos que participaram de atividades experimentais na escola

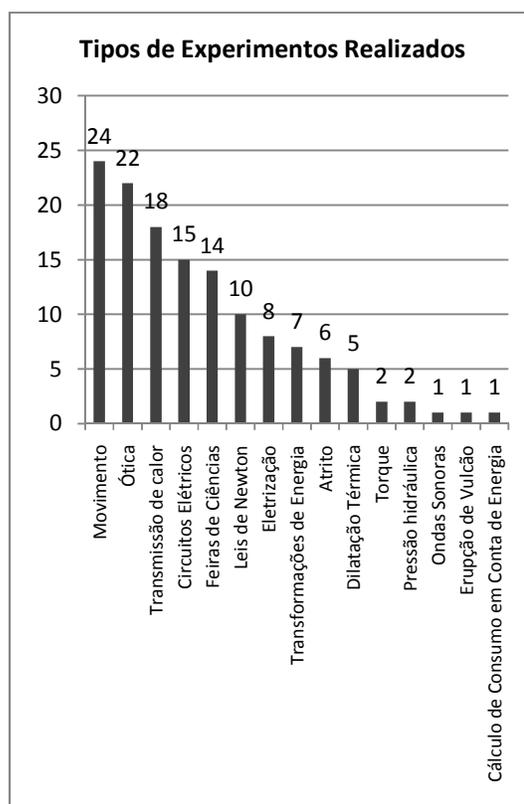


Figura 23 - Tipos de experimentos realizados nas escolas

De acordo com o gráfico da Figura 22, considerando o total de alunos que responderam à pesquisa, a diferença não é muito grande entre aqueles que já haviam participado de atividades experimentais na escola e os que não haviam. Nenhum dos alunos descreveu a atividade que participaram, apenas disseram a qual conteúdo da disciplina de Física os experimentos estavam relacionados. Na Figura 23, que mostra os tipos de experimentos que foram realizados, vemos que é comum a utilização daqueles que envolvem conceitos sobre movimento, óptica, transmissão de calor e circuitos elétricos.

Como as respostas dos alunos à questão 7 do Pré Teste (Figuras 22 e 23) mostram que pouco mais da metade dos envolvidos na pesquisa afirmam ter participado de atividades envolvendo experimentos de Física na escola, é possível tirar algumas conclusões. Os resultados podem estar relacionados às dificuldades encontradas pelas escolas e professores para o desenvolvimento de trabalhos experimentais. Dificuldades que vão desde a falta dos instrumentos necessários para a realização, deficiência ou falta de laboratórios didáticos até o número escasso das aulas semanais de Física.

Percebe-se que apesar da importância atribuída pelos alunos à utilização de experimentos nas aulas de Física, ainda que consigam se lembrar dos tipos de atividades que já realizaram nenhum deles as descreveu. Alguns alunos, porém, deixaram breves opiniões sobre as atividades realizadas, e as respostas foram todas muito parecidas com os exemplos a seguir, extraídos de alguns Pré Testes:

Aluno 1 (Escola 1, Turma 5): *“Os alunos mostram mais interesse na matéria.”*

Aluno 2 (Escola 1, Turma 6): *“...ajudou a ter uma melhor compreensão sobre a matéria.”*

Aluno 3 (Escola 2, Turma 2): *“...ajudam a fixar o conteúdo”*

As Figuras 24, 25 e 26 apresentam, respectivamente, os gráficos das respostas a Questão 8 do Pós-Teste, os níveis de descrição dos alunos a respeito dos experimentos utilizados na Exposição Itinerante de Física e a opinião dos alunos a respeito dos experimentos:

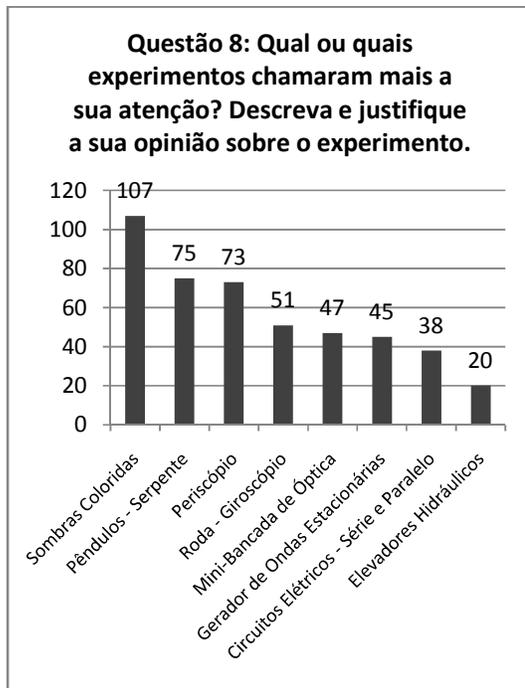


Figura 24 - Experimentos que mais chamaram a atenção dos alunos

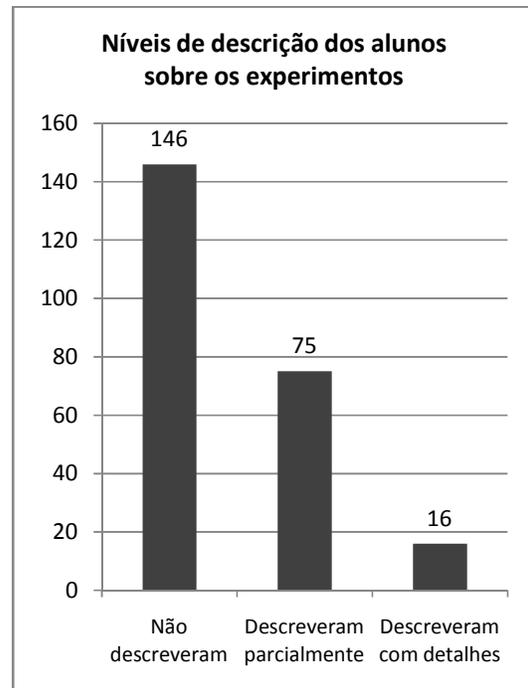


Figura 25 - Níveis de descrição dos experimentos

A Figura 24 permite perceber que os experimentos que mais chamaram a atenção dos alunos foram as Sombras Coloridas, o Pêndulo Serpente e o Periscópio, e o que aguçou o interesse de um menor número de alunos foram os Elevadores Hidráulicos. Os outros experimentos chamaram a atenção de um número razoável de estudantes. Isso deve ter ocorrido porque os três experimentos citados, que mais chamaram a atenção, possivelmente produzem efeitos inesperados pelos alunos, como por exemplo: o mais comum quando uma sombra é criada é que esta seja preta ou algum tom de cinza diferente das que são criadas no experimento Sombras Coloridas. O Periscópio muda a direção dos raios de luz permitindo que os alunos observem objetos que estão além dos obstáculos e até mesmo fora da escola, olhando com o aparato sobre as janelas. E o Pêndulos Serpente produz um tipo de movimento diferente dos Pêndulos Simples que são os mais comuns nas experiências das escolas.

Esse resultado pode indicar um reflexo positivo sobre os aspectos psicológicos relacionados à motivação intrínseca (GUIMARÃES E BORUCHOVITCH, 2004). Onde o aluno ao manipular de maneira independente os experimentos pôde incrementar o desenvolvimento da autonomia, percebendo os efeitos positivos da tarefa que realizou pode

ter obtido a sensação de competência e estabelece vínculos ao compartilhar o feito com os demais colegas.

Na Figura 25 vemos que a maioria dos alunos optou por não descrever os experimentos que mais lhes chamaram a atenção, mas ainda assim houve aqueles que descreveram os experimentos parcialmente e outros poucos que os descreveram com detalhes.

Ainda relacionado à Questão 8 do Pós Teste, o gráfico da Figura 26 mostra que a maioria dos alunos não expressaram suas opiniões a respeito dos experimentos que mais lhes chamaram a atenção, mas entre aqueles que expressaram a maioria respondeu que os experimentos são interessantes e que gostaram de utilizá-los. Percebe-se ainda que os alunos utilizaram diversas expressões positivas para expressar suas opiniões a respeito dos experimentos.

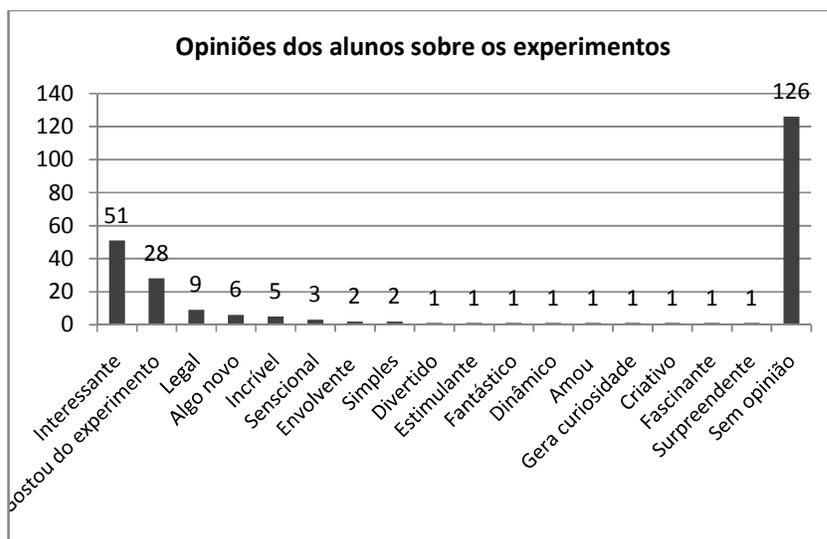


Figura 26 - Opiniões dos alunos a respeito dos experimentos

Nas respostas à questão 8 do Pós Teste (Figuras 24, 25 e 26) que está relacionada à questão 7 do Pré Teste, todos apontaram pelo menos um experimento que mais chamou a atenção, e alguns deles se preocuparam em descrevê-los parcialmente e outros com detalhes. Ao deixarem suas opiniões sobre os experimentos, no Pós Teste alguns alunos foram mais abrangentes do que no Pré Teste, como os exemplos a seguir:

Aluno 4 (Escola 2, Turma 4): *“Isso me levou a querer pesquisar mais a respeito do funcionamento dos giroscópios.”*

Aluno 5 (Escola 2, Turma 2): “...notei que mesmo em pequenas coisas, eles estão presentes e nosso cotidiano de maneira singular e bastante significativa.”

Aluno 6 (Escola 2, Turma 1): “... porque é uma coisa que parece ser muito complexa mas é muito fácil.”

A comparação entre as respostas dos alunos às questões 7 do Pré Teste e 8 do Pós Teste, citadas acima, permite concluir que a atividade realizada na Exposição Itinerante de Física foi capaz de gerar uma complementação positiva sobre o comportamento e entusiasmo dos estudantes quanto falamos a respeito da utilização de experimentos no desenvolvimento da disciplina, sobre a necessidade do sujeito de obter êxito e desenvolver a própria autonomia ao realizar uma atividade (GUIMARÃES e BORUCHOVITCH , 2004; DÍAZ e KEMPA, 1991).

Nas questões 8 do Pré Teste e 9 do Pós Teste os alunos relatam sobre a importância da realização de atividades experimentais e deixam suas opiniões a respeito da Exposição Itinerante de Física (Figuras 27 e 28). O que mostra novamente um resultado positivo sob a perspectiva do estudante de educação básica a respeito da proposta didática que é a utilização de experimentos.

A Figura 27 apresenta os resultados das respostas à Questão 8 do Pré-teste:

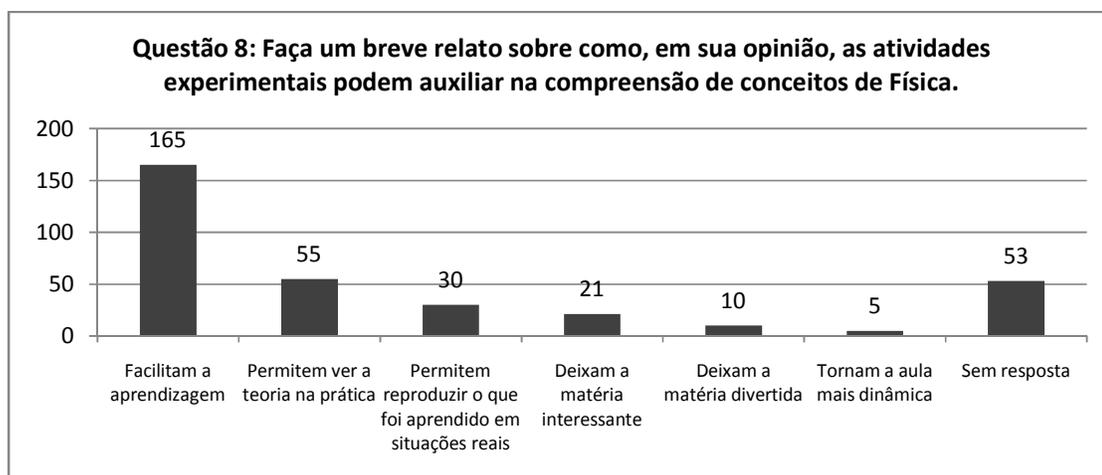


Figura 27 - Opinião dos alunos a respeito de atividades experimentais

A maioria dos alunos acredita que a realização de atividades experimentais pode auxiliar na compreensão dos conceitos de Física, facilitando a aprendizagem da disciplina, permitindo ver na prática e em situações reais o que tem sido estudado nas aulas teóricas.

Outros alunos ainda afirmam que a utilização de experimentos deixa a aula mais interessante divertida e dinâmica.

Nenhuma resposta a questão 8 do Pré Teste será transcrita aqui, mas todos os alunos que deixaram suas opiniões a respeito de como atividades experimentais podem auxiliar na compreensão de conceitos de Física, o fizeram de forma positiva (Figura 27) ainda que bastante resumida.

O último, Figura 28, apresenta as respostas à Questão 9 do Pós Teste, que são os relatos dos alunos sobre a Exposição Itinerante de Física:

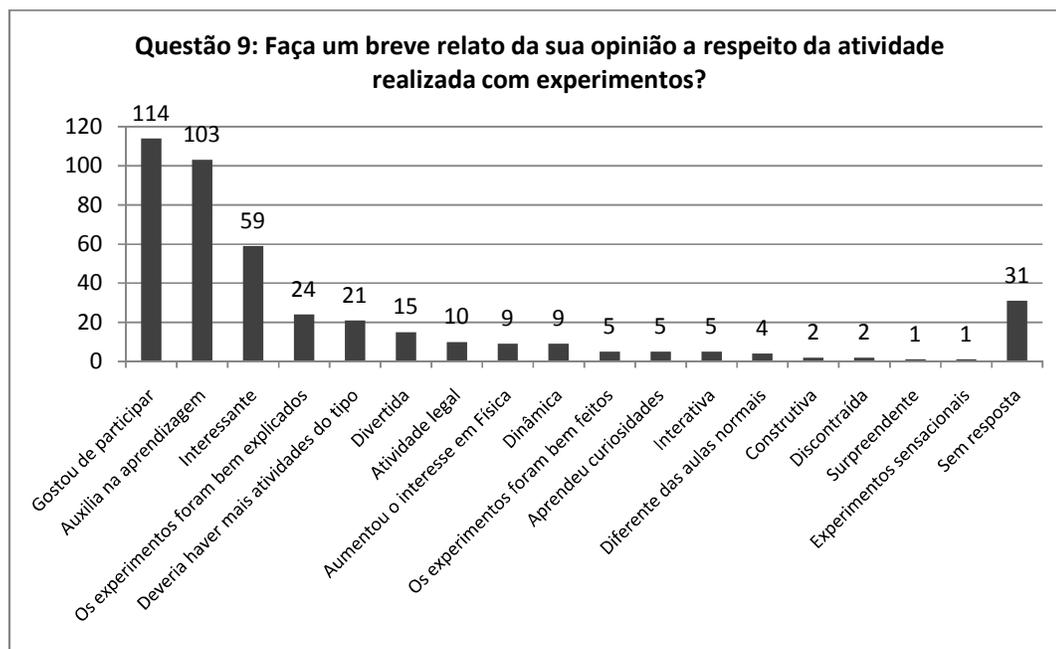


Figura 28 - Relatos dos alunos a respeito da Exposição Itinerante de Física

Segundo a análise da Figura 28, apesar de alguns alunos não terem feitos seus relatos sobre a atividade realizada, de forma geral aqueles que os fizeram, se referiram à Exposição Itinerante de Física de maneira positiva, isso é claramente perceptível pela grande quantidade de alunos que disseram que gostaram de participar da atividade e que esta auxilia na aprendizagem.

Algumas respostas à questão 9 do Pós Teste chamaram um pouco mais a atenção, que foram elas:

Aluno 7 (Escola 1, Turma 1): *“Achei muito bom. Deveria ter uma aula teórica e uma com experimentos”*.

Aluno 8 (Escola 2, Turma 2) *“Eu achei muito interessante como foi realizado os experimentos. Despertou o interesse e me deu mais ânimo para aprender Física. Achei bastante dinâmico e divertido.”*

Aluno 9 (Escola 2, Turma 2) *“Na minha opinião, a atividade realizada foi muito interessante e interativa, fazendo com que quem ainda tinha um preconceito com a Física, começasse a gostar.”*

Aluno 10 (Escola 2, Turma 2): *“Achei muito interessante, foram experiências que fizeram eu ter mais vontade de aprender Física.”*

Aluno 11 (Escola 2, Turma 3): *“O experimento produz no aluno uma nova perspectiva sobre as coisas ao seu redor, fazendo com ele veja mais a Física no dia-a-dia.”*

Outras respostas a Questão 9 do Pós Teste, evidenciam o interesse, o entusiasmo e motivação dos estudantes ao participarem da Exposição Itinerante de Física, porem não foram transcritas aqui para não correr o risco de ser repetitivo. A análise dessas respostas mostra a influencia positiva da realização da atividade com experimentos que foi realizada, sobre os três aspectos a respeito da motivação intrínseca que têm sido considerados (GUIMARÃES e BORUCHOVITCH , 2004).

5.2. ANÁLISES ALÉM DOS QUESTIONÁRIOS

Alguns resultados, que não foram obtidos através da aplicação direta dos testes, mas por meio da observação, feita pelo pesquisador, dos estudantes durante a participação na atividade e da análise das imagens colhidas durante a Exposição Itinerante de Física também serão relatados. Os relatos pontuados a seguir não são de turmas específicas, mas sim do que foi observado de forma geral nas turmas que participaram da atividade:

- No instante em que entravam na sala onde estava montada a Exposição Itinerante de Experimentos de Física, os estudantes pareciam bastante receosos. Possivelmente, por ser o primeiro contato com os experimentos, os alunos estavam inseguros para manipulá-los. No geral ao primeiro contato os estudantes apenas observam os experimentos, porém sem tocá-los, essa atitude só começava a ser

alterada a partir do momento em que os monitores e o pesquisador, davam liberdade para que os alunos interagissem com o material.

- Os experimentos que não necessitavam da mediação da equipe responsável para que fossem utilizados de maneira correta, já começavam a ser manipulados e explorados como o Periscópio, os Circuitos Elétricos, e as Sombras Coloridas visto à simplicidade dos seus funcionamentos, porém alguns experimentos eram necessários que os monitores dessem as explicações de como eles funcionavam, para que os alunos comesçassem a usar de forma correta como a Roda-Giroscópio e a Mini-Bancada de Óptica.
- Na maioria das vezes quando os alunos não sabiam como utilizar os experimentos perguntavam logo para os monitores, porém outras vezes os estudantes buscavam descobrir sozinhos como manipular.
- Muitas vezes quando os monitores e o pesquisador apresentavam algum conceito ou maneira diferenciada de manusear os experimentos a algum dos alunos, era possível observar que estes transmitiam a informação de forma empolgada para os colegas.
- No instante em que o pesquisador interagia com os alunos fazendo a explicação dos experimentos, estes prestavam bastante atenção, e havia pouca conversa que não dizia respeito à atividade. Quando essas conversas aconteciam os próprios alunos que estavam mais atentos e interessados pediam silêncio e que os colegas também prestassem atenção.
- Em todas as turmas que participaram da Exposição Itinerante de Física havia aqueles alunos que estavam mais interessados e ficavam bastante tempo interagindo, perguntando sobre cada um dos experimentos e lendo as placas informativas. Outros alunos estavam menos interessados, apenas utilizavam os experimentos se atentavam a algumas explicações e logo partiam para o próximo. Em nenhuma turma foram percebidos alunos que estavam totalmente avessos a atividade.
- Ao final das atividades com os experimentos, muitos alunos deixavam a sala da Exposição Itinerante de Física agradecendo a equipe responsável por ela pela oportunidade de participar da atividade e diziam para realizar outras atividades do tipo.

Destaca-se, tanto pela a análise dos testes quanto pela observação direta dos alunos durante a participação na Exposição Itinerante de Física que a atividade gerou conexão dos

sujeitos com os objetos ao seu redor, com ele mesmo e com os seus pares (LABURÚ, 2006) contribuindo assim com o processo de motivação para aprendizagem, ao pensar nos vínculos que puderam ser estabelecidos durante a sua realização (VIGOTSKY,2003).

Os objetivos específicos propostos para a realização deste trabalho eram: a construção de experimentos, a estruturação de uma atividade itinerante para a exposição dos experimentos e a realização de uma pesquisa para analisar as implicações da atividade sobre a motivação dos estudantes.

Percebe-se que o primeiro objetivo deste trabalho foi alcançado, pois foram construídos 8 experimentos que podem apresentar de maneira prática conceitos e situações relacionadas à Física.Os experimentos foram construídos, em maior parte, com materiais reutilizados e de baixo custo.Além disso foi confeccionado o catálogo com informações a cerca da construção, utilização, cuidados e conceitos envolvidos em cada experimento.

O segundo objetivo proposto para o trabalho também foi alcançado, pois para a realização da Exposição Itinerante de Física foi elaborada a estrutura compacta para armazenamento e transporte dos experimentos, de forma que pudessem ser levados às escolas. Uma equipe composta por seis monitores foi treinada para auxiliar na realização das exposições, apesar de que apenas quatro deles puderam estar presentes nas atividades. As placas informativas foram confeccionadas, contendo o nome de cada experimento e curiosidades a respeito dos conceitos abordados neles.

Também obteve-se êxito na realização do terceiro objetivo proposto para o trabalho. As metas cumpridas para alcançar esse objetivo incluíam a realização da atividade interativa, denominada Exposição Itinerante Física, onde os experimentos foram manipulados por estudantes de nível básico. Além disso, foram aplicados os questionários antes e após a participação dos alunos na atividade com experimentos. Também foram analisar os impactos imediatos da Exposição Itinerante, sobre a motivação dos estudantes.

Existem resultados que poderiam ser alcançados a partir da aplicação da pesquisa, mas que não foram feitos. Um questionamento que pode ser levantado aqui é a respeito do número reduzido de respostas dos alunos quando nos testes foi solicitado que descrevessem, relatassem ou dessem suas opiniões a respeito dos experimentos e das atividades que tiveram oportunidade de participar. Pode ser que essa deficiência nas respostas tenha sido causada pelas limitações dos próprios alunos, relacionadas a dificuldade em expor relatos e opiniões na resposta de uma questão. Ou pela falta de clareza ao expor aos alunos os objetivos da

pesquisa, pode ser que com isso alguns alunos tenham inferido que o trabalho objetivava avaliá-los.

É possível pensar em outras limitações a respeito da pesquisa: O que poderia ser feito para analisar se, de fato, a utilização de experimentos pode ter efeitos positivos sobre a aprendizagem dos alunos? Como a Exposição Itinerante de Física poderia ser articulada para acompanhar algumas turmas durante certo período escolar, associado ao desenvolvimento da disciplina? É viável a utilização do catálogo de experimentos que foi confeccionado, por outros professores de Física? É possível que continuação e complementação deste trabalho possam trazer respostas a estas perguntas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É real a preocupação existente em fazer com que o ensino e aprendizagem em Física seja aperfeiçoado e valorizado. Diversos trabalhos publicados todos os anos evidenciam essa preocupação. Um dos temas que têm sido trabalhados para superar as dificuldades na área tem sido a respeito da motivação dos professores e dos alunos que estão envolvidos nesse processo, pois para que uma atividade seja realizada atingindo melhores resultados é necessário que os indivíduos estejam motivados (CANTORI E NEVES, 2010).

Uma das propostas encontradas para auxiliar no processo de motivação dos alunos é a utilização de experimentos (MORAIS E SANTOS, 2016). A utilização de experimentos pode ter bons resultados quando se fala na necessidade de obter êxito, satisfazer a própria curiosidade, cumprir as obrigações e relacionar com os pares fatores necessários para que haja motivação intrínseca (DÍAZ e KEMPA, 1991). Na perspectiva vigotskyana melhores resultados são alcançados quando fatores relacionados a motivação são levados em conta no desenvolvimento da aprendizagem.

Pensando no nisso este trabalho foi desenvolvido, propondo a criação de uma atividade com experimentos denominada: Exposição Itinerante de Física. A Exposição Itinerante de Física é uma atividade composta por oito experimentos que envolvem as diversas áreas dos estudos de Física. Os experimentos foram selecionados e construídos pensando na facilidade que possuiriam para serem transportados e utilizados em outros ambientes além do escolar, e também na facilidade de realizar, quando necessário, reparos rápidos.

No decorrer do trabalho a Exposição Itinerante de Física foi levada a duas escolas na cidade de Janaúba/MG, e todas as turmas de Ensino Médio dessas escolas tiveram a oportunidade de participar da atividade com experimentos. Para avaliar o trabalho foram aplicados dois testes que os alunos responderam antes e depois de suas participações na Exposição Itinerante de Física, a fim de conhecer as opiniões dos alunos sobre a importância do aprendizado da Física, o aproveitamento deles em relação à disciplina. Além disso, foram apuradas também suas opiniões a respeito da Exposição Itinerante de Física e o envolvimento deles na atividade. Assim os resultados dos dois testes foram comparados e algumas conclusões foram tiradas.

Além da aplicação dos testes, algumas conclusões foram tiradas a partir da observação do comportamento dos estudantes ao participarem da atividade. Pôde-se concluir então de forma geral que, de fato, a utilização de experimentos pode ter resultados

satisfatórios, aliando a prática da utilização de experimentos ao desenvolvimento dos estudos de Física, se os experimentos forem bem pensados, articulados e apresentados.

Como questão de pesquisa havia o seguinte questionamento: Uma atividade interativa com aparatos de demonstração de fenômenos científicos é capaz de alterar, mesmo que em curto prazo, a visão dos estudantes de educação básica em relação à Física? Os dados colhidos, tanto através da aplicação dos questionários, quanto através da observação das reações dos estudantes, revelaram que a realização da atividade com experimentos gerou um complemento aos aspectos relacionados à motivação intrínseca, mostrando que o tipo de atividade proposta pode gerar efeitos positivos nos estudantes, repercutindo positivamente também no processo de ensino e aprendizagem de Física. Porém é importante salientar que os resultados obtidos, que foram discutidos neste trabalho não são suficientes para comprovar que a atividade com experimentos tenha produzido uma melhoria na aprendizagem dos estudantes.

Desta forma este trabalho pôde gerar algumas contribuições, auxiliando nas reflexões a respeito das dificuldades encontradas nos processos de ensino e aprendizagem em Física. Estas contribuições incluem três trabalhos que já foram publicados relacionados à pesquisa, que são:

- Ensino e aprendizagem de conceitos de Física a partir de demonstrações experimentais – EMEI/2018 (SILVA e SANTOS, 2018).
- Experimentoteca de Física: impactos da atividade experimental e acordo com a visão dos estudantes” – EMEI/2019 (SILVA e SANTOS, 2019).
- Conceitos científicos, construção e manipulação do experimento sombras coloridas – SNEF/2019 (SILVA e SANTOS, 2019).

Foi confeccionado um catálogo (Apêndice A) com informações a respeito dos experimentos que compõem a Exposição Itinerante de Física. Os dados contidos no catálogo são a respeito da construção, funcionamento e precauções a serem tomadas durante a utilização. Nele também há a explicação de alguns conceitos científicos que podem ser abordados em cada um dos experimentos. O catálogo é o produto gerado a partir do desenvolvimento deste trabalho, e é um dos requisitos da pós-graduação no mestrado profissional, ele possui o título “Experimentos de Física”, sobre a autoria do professor João Marcus Neres.

No referencial teórico deste trabalho há um tópico citando três trabalhos que levam os nomes experimentotecas. Que por disponibilizarem experimentos, que são emprestados às

escolas, têm auxiliando professores de Física e Ciências no desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem das disciplinas e na divulgação científica. Os trabalhos citados auxiliaram no desenvolvimento dessa pesquisa no que diz respeito à realização da mostra Exposição Itinerante de Física.

Assim como no primeiro trabalho citado, que é a Experimentoteca do CDCC da USP (MORI e CURVELO, 2014), a proposta da Exposição Itinerante de Física é foi de realizar a atividade em escolas públicas a nível fundamental e médio sem envolver qualquer custo financeiro a elas.

Como exemplo do segundo trabalho que é a Experimentoteca de Física (SALES, OLIVEIRA e PONTES, 2010), a Exposição Itinerante de Física propõe uma alternativa para o ensino de Física com base no método experimental. Utilizando ainda materiais alternativos e de baixo custo na construção dos experimentos.

O terceiro trabalho citado no referencial teórico, a Caixa Experimentoteca (PEREZ, 2015), também auxiliou no desenvolvimento deste trabalho. Pois nele os experimentos utilizados tinham relações com situações do cotidiano dos alunos assim como na Exposição Itinerante de Física. Além disso, também tinha como proposta motivar os alunos em relação aos assuntos abordados na disciplina de Física.

Apesar deste trabalho não se tratar da criação de uma Experimentoteca, e sim de uma exposição de experimentos relacionada ao ensino não formal da Física, existe a possibilidade de que isso ocorra. O desejo é de que a Exposição Itinerante de Física seja articulada e desenvolvida a ponto de ser possível emprestar os experimentos para serem utilizados por professores em salas de aula. Acompanhado os experimentos haveria um manual para o manuseio deles e as possíveis abordagens que podem ser feitas a partir de suas utilizações, assim como uma Experimentoteca.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. M. Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação. 6ª edição. **São Paulo: Atlas Editora**, 2004.

ANJOS, A.J.S. dos. Pesquisa em ensino de física e sala de aula: uma reflexão necessária. **Caderno de Física da UEFS**, 2013.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**, 2018.

BONADIMAN, Helio; NONENMACHER, Sandra E. B..O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 2007, 24.2: 194-223.

CANTORI, Wagner Roberto Lopes; DAS NEVES, Edna Rosa Correia. Orientações motivacionais de alunos do curso superior: estudo exploratório com estudantes do curso de comunicação social. **Acta Científica. Ciências Humanas**, v. 1, n. 18, p. 35-46, 2010.

CHINELLI, Maura Ventura; PEREIRA, Grazielle Rodrigues; AGUIAR, LEV de. Equipamentos interativos: uma contribuição dos centros e museus de ciências contemporâneos para a educação científica formal. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 4, p. 4505, 2008.
<https://doi.org/10.1590/S0102-47442008000400014>

COELHO, Geide Rosa; DE CARVALHO BREDA, Vitor; DE AGUIAR BROTTTO, Thales Renan. Atividades em um centro de ciências: motivos estabelecidos por educadores, suas concepções e articulações com a escola. **Educação e Pesquisa**, v. 42, n. 2, p. 525-538, 2016.
<https://doi.org/10.1590/s1517-9702201606142837>

DA ROSA, Cleci Werner; PEREZ, Carlos Ariel Samudio; DRUM, Carla. Ensino de Física nas séries iniciais: concepções da prática docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, p. 357-368, 2016.

DÍAZ, M. J. Martín; KEMPA, R. F. Los alumnos prefieren diferentes estrategias didácticas de la enseñanza de las ciencias en función de sus características motivacionales. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 9, n. 1, p. 59-68, 1991.

PEREZ, Everton Piza. Caixa Experimentoteca: uma proposta para o ensino de astronomia. 2015. 79 f.. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

FERNANDES, Simone Aparecida; FILGUEIRA, Valmária Gomes. Por que ensinar e por que estudar Física? O que pensam os futuros professores e estudantes do Ensino Médio. **18º Simpósio Nacional de Ensino de Física**, p. 26-30, 2009.

GADOTTI, Moacir. A questão da educação formal/não-formal. **Sion: Institut Internacional des Droits de 1º Enfant**, p. 1-11, 2005.

- GASPAR, Alberto; DE CASTRO MONTEIRO, Isabel Cristina. 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, 2016.
- GIL, Antônio Carlos. Como classificar as pesquisas. **Como elaborar projetos de pesquisa**, v. 4, p. 44-45, 2002.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.
- GLEISER, Marcelo. Por que ensinar Física. **Física na escola**, v. 1, n. 1, p. 4-5, 2000.
- GOLDSTEIN, L.S. The relational zone: the role of caring relationship in the coconstruction of mind. **American Educational Research Journal**, v. 36, n.3, p. 647- 673, 1999.
<https://doi.org/10.3102/00028312036003647>
- GUIMARÃES, S.; BZUNECK, José Aloyseo. Propriedades psicométricas de uma medida de avaliação da motivação intrínseca e extrínseca: um estudo exploratório. **Psico-USF**, v. 7, n. 1, p. 01-08, 2002.
- GUIMARÃES, Sueli Édi Rufini; BORUCHOVITCH, Evely. O estilo motivacional do professor e a motivação intrínseca dos estudantes: uma perspectiva da teoria da autodeterminação. **Psicologia: reflexão e crítica**, v. 17, n. 2, p. 143-150, 2004.
<https://doi.org/10.1590/S0102-79722004000200002>
- JACOBUCCI, Daniela Franco Carvalho. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Em extensão**, v. 7, n. 1, 2008.
- LABURÚ, Carlos Eduardo. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 383-405, 2006.
- LABURÚ, Carlos Eduardo; BARROS, Marcelo Alves; KANBACH, Bruno Gusmão. A relação com o saber profissional do professor de Física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, p. 305-320, 2007.
- LOURENÇO, Abílio Afonso; DE PAIVA, Maria Olímpia Almeida. A motivação escolar e o processo de aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 2, 2010.
- MARANDINO, Martha. Interfaces na relação museu-escola. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 18, n. 1, p. 85-100, 2001.
- MELO, Marcos Gervânio de Azevedo; CAMPOS, Joanise Silva; DOS SANTOS ALMEIDA, Wanderlan. Dificuldades enfrentadas por professores de Ciências para ensinar Física no Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 4, 2015.
<https://doi.org/10.3895/rbect.v8n4.2780>
- MORAIS, V. C. S.; SANTOS, A. B.. Implicações do uso de atividades experimentais no ensino de Biologia na escola pública. **Investigações em ensino de ciências** , v. 21, p. 166, 2016.

<https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v21n1p166>

MOREIRA, Marco Antônio. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. **Porto Alegre, RS**, 2014.

MORI, R. C.; CURVELO, A. A. S. A Experimentoteca do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP): 30 anos de contribuições ao ensino de ciências. In: Revista Cultura e Extensão USP, São Paulo, n. 11, p. 51-63, 2014. DOI: 10.11606/issn.2316-9060.v11i0p51-63.

<https://doi.org/10.11606/issn.2316-9060.v11i0p51-63>

OLIVEIRA, Jane Raquel Silva. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010.

PAVÃO, Antonio Carlos. Ensinar ciências fazendo ciência. **Quanta**, 2008.

PEREZ, Everton Piza. Caixa Experimentoteca: uma proposta para o ensino de astronomia. 2015. 74 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/136053>>.

PRIGOL, Sintia; GIANNOTTI, Sandra Moraes. A importância da utilização de práticas no processo de ensino-aprendizagem de ciências naturais enfocando a morfologia da flor. **1º Simpósio Nacional de Educação—XX Semana de Pedagogia**, 2008.

RAUPP, Fabiano Maury; BEUREN, Ilse Maria. Metodologia da Pesquisa Aplicável às Ciências. _____ **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2006.

SANTOS, Adevailton Bernardo. A Física no Ensino Médio: motivação e cidadania. **Em Extensão**, v. 8, n. 1, 2009.

SALES, Fábio Henrique Silva; OLIVEIRA, RaisaMarya Souza; PONTES, Luciana Raquel Silva. EXPERIMENTOTECA DE FÍSICA: UMA PROPOSTA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO. **HOLOS**, v. 4, p. 143-159, 2010.

<https://doi.org/10.15628/holos.2010.278>

SILVA, João Marcus Neres, SANTOS, Adevailton Bernardo. Ensino e aprendizagem de conceitos de Física a partir de demonstrações experimentais. **IX Encontro Mineiro Sobre Investigação na Escola**, Uberlândia, 2018. Disponível em: http://www.emie.facip.ufu.br/sites/emie.facip.ufu.br/files/Anexos/Bookpage/emie_IX_41.pdf. Acesso em: 19/01/2019.

SILVA, João Marcus Neres, SANTOS, Adevailton Bernardo. Conceitos científicos, construção e manipulação do experimento sombras coloridas. **XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2019.

SILVA, KasmyahKarlla Alves, CARNEIRO, TayannahAlves, SANTOS, Adevailton Bernardo. Concepções de alunos sobre a Física do ensino médio: um estudo comparativo. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**. V. 6, n. 2, 2019.

SIRGADO, Angel Pino. The social and the cultural in Vigotski's work. **Educação&Sociedade**, v. 21, n. 71, p. 45-78, 2000.
<https://doi.org/10.1590/S0101-73302000000200003>

VIEIRA, GraiceQuelli; PEREIRA, Larissa Paiva; DE MATOS, Wellington Rodrigues. Avaliação de espaços não formais de educação para o ensino de ciências: estudo de caso do museu Ciência e Vida, Duque de Caxias, RJ. **Almanaque multidisciplinar de pesquisa**, v. 1, n. 2, 2015.

VYGOTSKY, L.S. Pensamento e linguagem (2.^a Ed.). São Paulo: Martins Fontes, 2003.

APÊNDICE A – Catálogo de Experimentos de Física

EXPERIMENTOS DE FÍSICA

Prof. João Marcus Neres da Silva



Janeiro/2019

CATÁLOGO DE EXPERIMENTOS DE FÍSICA

Olá, sou João Marcus Neres, professor de Física no ensino básico há 10 anos e mestrando em Ensino de Ciências. Este catálogo de experimentos é o resultado da pesquisa realizada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Os experimentos presentes no catálogo foram construídos para compor uma exposição de Física. A Exposição Itinerante de Física foi criada com o objetivo de divulgar a Física ao maior número possível de pessoas apresentando-lhes objetos que possuem relações com explicações de conceitos científicos. Espero que as pessoas interajam, se divirtam e aprendam, utilizando os experimentos.

Os objetos podem ser usados também em sala de aula auxiliando professores e alunos na desafiadora tarefa que é o ensino e aprendizagem da Física. Por isso, este catálogo foi criado pensando em você professor que assim como eu acredita na transformação através do conhecimento e está em busca de recursos que ajudem nesse processo.

Professor, você irá encontrar informações sobre a construção e manipulação de oito experimentos de variadas áreas da Física. Para tentar auxiliá-lo um pouco mais, foi realizada uma breve explicação a respeito de alguns conceitos científicos que podem ser abordados a partir da utilização de cada experimento.

Os experimentos foram feitos em maior parte com materiais reutilizados, recebidos como doação ou adquiridos por um preço mais baixo. Por esse motivo os valores gastos, que você irá encontrar abaixo das tabelas são apenas uma estimativa. A abordagem feita a cerca dos conceitos é baseada na minha formação e experiência como professor de Física licenciado, artigos científicos e livros didáticos de Física.

Espero que este catálogo seja uma ferramenta eficaz. Fique à vontade para explorar utilizando outros materiais e novas formas de construir os experimentos. Compartilhe comigo as suas experiências.

Professor João Marcus Neres da Silva

Contato: joaom_fisica@yahoo.com.br

SUMÁRIO

Catálogo de experimentos de física.....	2
Experimento 1	4
Sombras Coloridas.....	4
Experimento 2	10
Periscópio.....	10
Experimento 3	15
Roda Giroscópio.....	15
Experimento 4	19
Pêndulo Serpente.....	19
Experimento 5	24
Gerador de Ondas Estacionárias.....	24
Experimento 6	29
Mini Bancada de Óptica.....	29
Experimento 7	36
Circuitos Elétricos em Série e em Paralelo.....	36
Experimento 8	42
Elevadores Hidráulicos.....	42
Bibliografia	46

EXPERIMENTO 1

SOMBRAS COLORIDAS

O QUE É?

No experimento Sombras Coloridas (Figura 1), as lâmpadas são acionadas e sombras de cores variadas são produzidas no anteparo devido objeto posicionado no centro.

No funcionamento desse experimento diversos conceitos estão envolvidos. Dentre eles é possível citar: luzes monocromáticas e policromáticas, cores primárias, superposição de ondas eletromagnéticas, sombra, penumbra e Princípio da propagação retilínea da luz.



FIGURA 29 - EXPERIMENTO SOMBRAS COLORIDAS

MATERIAIS

Para construir o experimento Sombras Coloridas devem ser usados os materiais do Quadro 1:

Quantidade	Materiais
1	Madeira MDF de 15 mm (70 cm x 50 cm)

1	Madeira MDF de 15 mm (50 cm x 50 cm)
2	Madeira MDF de 15 mm (5 cm x 25 cm)
3	Spot para lâmpadas
3	Interruptor de luz de embutir
1	Lâmpada de LED azul
1	Lâmpada de LED vermelha
1	Lâmpada de LED verde
4	Parafuso de rosca soberba para madeira (40 cm)
4	Pezinhos de mesa (em torno de 1,5 cm de altura)
1	Plug de tomada

QUADRO 1 - MATERIAL PARA CONSTRUÇÃO DO SOMBRAS COLORIDAS

Custo estimado para construção do experimento: R\$200,00

Além dos materiais descritos no quadro, foi utilizado também cola de madeira e fios para instalação elétrica.

A madeira MDF utilizada na construção pode ser adquirida a partir de retalhos sobressalentes em uma marcenaria e reutilizada. Desta forma o custo da madeira pode ser bem menor que o das peças novas.

CONSTRUÇÃO

Construção da base:

- A base do experimento é feita na madeira de 70 cm x 50 cm;
- Instalar os pezinhos de mesa nos quatro cantos, a mais ou menos 2 cm das bordas (Figura 2);
- Fazer os furos para que os interruptores sejam embutidos, igualmente espaçados com 18 cm entre eles, e a uma distância de 4 cm da extremidade (Figura 3);



FIGURA 30 - INSTALAÇÃO DOS PEZINHOS DE MESA

- Logo a frente dos interruptores devem ser instalados os spots para as lâmpadas (Figura 3). Lembre-se de fazer os furos para que os fios dos spots sigam para a parte inferior da base;
- Faça a instalação elétrica dos fios, associados em paralelo, pois o experimento precisa de apenas uma plug de tomada. Cada lâmpada deve ser ligada separadamente pelo seu próprio interruptor (Figura 3);



FIGURA 31 - SPOTS E INTERRUPTORES

- Com algumas tiras finas de madeira, faça uma proteção simples para a instalação elétrica na parte inferior da base envolvendo todos os fios, evitando que estes fiquem soltos (Figura 4);
- Encaixe as lâmpadas nos spots.

Construção do anteparo:



FIGURA 32 - PROTEÇÃO PARA OS FIOS

- Na construção do anteparo, deve ser usada a madeira de 50 cm x 50 cm, e é importante que esta seja da cor branca para que possa refletir de forma mais

fiel a luz que incidir sobre ela. Sua construção é bastante simples.

- As madeiras menores, de 5 cm x 25 cm, devem ser coladas e parafusados firmemente, paralelamente nas bordas do anteparo de forma a mantê-lo de pé (Figura 5).



FIGURA 33 - PÉS DO ANTEPARO

- O anteparo deve ser encaixado na extremidade da base à frente das lâmpadas (Figura 1).

FUNCIONAMENTO E MANIPULAÇÃO

Sobre a base do experimento deve ser colocado um objeto para formar as sombras no anteparo. O objeto pode ser de qualquer tipo, contanto que suas dimensões sejam comparáveis as do restante do experimento. Sugere-se que seja utilizado material cilíndrico com 6 cm de espessura (diâmetro), e este deve estar livre para ser colocado em várias posições sobre a base.

As posições das lâmpadas podem ser alternadas e estas ligadas individualmente, duas por vez ou as três ao mesmo tempo. Quando apenas uma das lâmpadas é ligada surge uma sombra preta no anteparo. Ao ligar mais de uma lâmpada pode-se perceber que serão formadas mais de uma sombra e que estas se tornam coloridas.

No caso do aparato mostrado na Figura 1, a montagem foi feita colocando a lâmpada vermelha na posição central, a lâmpada azul à direita e a verde à esquerda, para um referencial posicionado atrás das lâmpadas e de frente ao anteparo, e o objeto que intercepta a luz foi colocado logo à frente da lâmpada vermelha.

Desta forma quando apenas a luz vermelha é acionada forma-se uma sombra escura ao centro do anteparo e todo o resto fica vermelho. De forma semelhante, ao acender apenas a luz azul ou a verde, nas laterais serão formadas sombras escuras e todo o resto do anteparo refletirá a cor da lâmpada que incidir sobre ele.

Quando duas lâmpadas forem ligadas juntas, as sombras formadas serão coloridas. Por exemplo, ao acionar as lâmpadas azul e vermelha, no centro do anteparo onde a luz vermelha não incide, será formada uma espécie de sombra azul, pois naquela região haverá incidência apenas desta cor. Ao lado esquerdo da sombra azul será formada a sombra vermelha, pois apenas esta cor estará incidindo sobre aquele local. O restante do anteparo estará refletindo a cor que é a superposição do vermelho e do azul, o que é chamada de magenta ou lilás.

O mesmo fenômeno ocorrerá ao acionar juntas as lâmpadas vermelha e verde. Duas sombras com as cores das lâmpadas serão formadas, e o restante do anteparo refletirá a cor amarela (superposição do vermelho e do verde). Quando forem ligadas as lâmpadas verde e azul as duas sombras também terão essas cores e o restante do anteparo terá a cor ciano, muito parecido com verde-água, resultado da mistura das luzes verde e azul

Ao acionar as três lâmpadas juntas tem-se o resultado obtido na Figura 1. No centro, onde não há incidência do vermelho haverá a cor ciano, do lado direito haverá a cor magenta e o lado esquerdo ficará o amarelo. O restante do anteparo refletirá a cor branca.

Em todos os casos apresentados acima, em torno das sombras coloridas, será formada uma região de penumbra, como se fosse uma reflexão embaçada.

Algumas precauções devem ser tomadas ao manipular o experimento. Como os spots são articulados pode ser que os alunos ou visitantes que estiverem utilizando queiram movimentá-los. Desta forma o professor ou monitor que estiver acompanhando a manipulação do experimento deve prestar bastante atenção para que não haja danificação do mesmo.

Outra precaução importante deve ser tomada ao fazer a montagem do experimento, sugere-se ao transportar para as escolas ou qualquer outro local onde este for utilizado que as lâmpadas sejam retiradas e colocadas novamente no momento da exposição, e isto também deve ser feito com bastante cuidado. Além disso é importante observar a tensão elétrica da tomada onde o experimento estará sendo ligado, seguindo as especificações das lâmpadas utilizadas.

CONCEITOS ENVOLVIDOS

No funcionamento desse experimento diversos conceitos estão envolvidos. Dentre eles é possível citar: luzes monocromáticas e policromáticas, cores primárias, superposição de ondas eletromagnéticas, sombra, penumbra e Princípio da propagação retilínea da luz.

As lâmpadas utilizadas no experimento são de LED (Light Emitting Diode), diodo emissor de luz. pode-se dizer, de forma simplificada, que o diodo é um elemento de circuitos elétricos, feito de material semicondutor que permite que a corrente elétrica prossiga em apenas uma direção e que energia em forma de fótons de luz seja liberada.

As ondas eletromagnéticas que podem ser percebidas pelo olho humano possuem comprimentos de ondas que estão entre 400 nm e 700 nm aproximadamente. Cada lâmpada de LED utilizada no experimento emite frequências em uma faixa estreita, com seus picos de emissão muito próximos das frequências das cores observadas. No caso desse experimento, o pico de emissão de cada lâmpada é azul, verde e vermelho, que são também cores primárias. Desta forma, a luz emitida por cada lâmpada é monocromática.

Quando as luzes atingirem o anteparo branco suas cores serão refletidas. A cor de um objeto não é característica absoluta deste, a percepção das cores depende também da fonte emissora de luz e da percepção do indivíduo, isto é, seus aspectos psicológicos e fisiológicos. O olho humano possui receptores sensíveis as cores vermelha, verde e azul. As outras cores percebidas são combinações dessas três cores básicas.

Como os raios luminosos propagam-se de forma retilínea, como mostrado na Figura 6, na região de um anteparo posicionada logo atrás do objeto interceptador não haverá incidência da luz emitida por uma determinada lâmpada. Desta forma nessa posição do anteparo ocorrerá a formação de uma sombra. Porém, como as fontes luminosas utilizadas no experimento são extensas e não puntiformes, em torno das sombras poderá ser percebida a formação da penumbra.

A penumbra é a região parcialmente iluminada, onde alguns raios de luz provenientes da fonte atingem o anteparo, justamente pelo fato da fonte possuir dimensões comparáveis às do anteparo. O esquema que representa a formação da sombra e da penumbra pode ser visto na Figura 6.

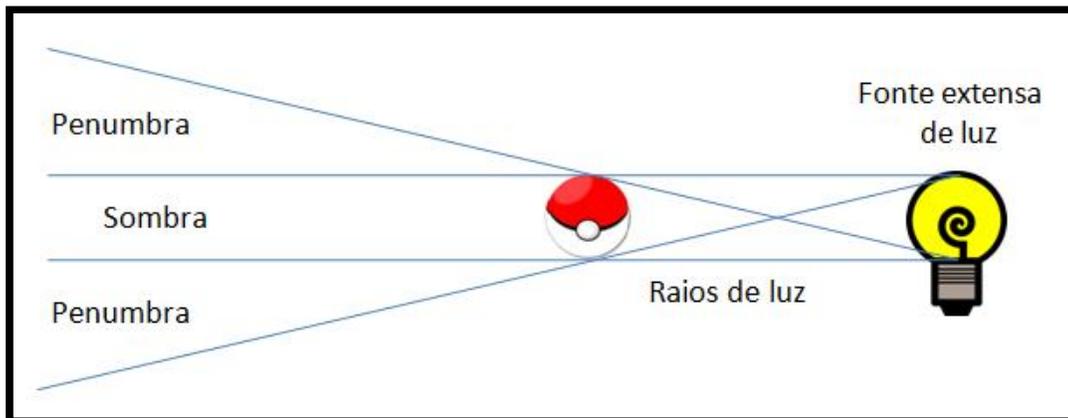


FIGURA 34 - FORMAÇÃO DA SOMBRA E DA PENUMBRA

EXPERIMENTO 2

PERISCÓPIO

O QUE É?

O Periscópio (Figura 7) é usado para captar imagens acima do campo de visão do observador. O experimento periscópio utiliza dois espelhos num ângulo de 45° , a certa distância um do outro.

É possível mostrar, a partir do objeto, que a luz propaga retilineamente em meios uniformes, observar a reflexão da luz em superfícies planas e lisas, e compreender a formação de imagens em espelhos planos.



FIGURA 35 - EXPERIMENTO PERISCÓPIO

MATERIAIS

Para a construção do Periscópio devem ser utilizados os materiais mostrados no Quadro 2:

Quant	Materiais
2	Madeira Compensada de 10 mm (11 cm x 10 cm)
2	Madeira Compensada de 10 mm (71 cm x 10 cm)
2	Madeira Compensada de 10 mm (60 cm x 11 cm)
2	Espelhos (10 cm x 12 cm)

QUADRO 2 - MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DO PERISCÓPIO

Custo estimado para construção do experimento: R\$30,00

CONSTRUÇÃO

Um tubo de madeira deve ser montado conforme a Figura 7. As peças de madeira de 10 cm x 11 cm formam a base e o topo do Periscópio. As peças maiores (71 cm x 10 cm) formam as laterais.

A face anterior e a posterior do experimento são feitas com as duas peças de madeiras restantes. Nessas faces, que estão opostas, são deixadas aberturas, uma na parte superior e outra na parte inferior, onde os espelhos deverão ser encaixados.

Para encaixar cada espelho basta fazer duas cavas nas laterais internas, de forma que os espelhos não fiquem muito folgados e poderem ser facilmente retirados. É importante também observar o ângulo de posicionamento dos espelhos. Para que estes fiquem corretamente posicionados as cavas devem ser feitas em ângulos de 45° com as laterais do tubo (Figura 8).



FIGURA 36 – ESPELHO ENCAIXADO

FUNCIONAMENTO E MANIPULAÇÃO

Como mostrado na Figura 9, o funcionamento e a manipulação do Periscópio são bastante simples. Não há necessidades de explicações extras, a quem o estiver manipulando, sobre como usar o equipamento. Basta apenas alertar quanto a fragilidade do equipamento, e que este deve ser manuseado com cuidado.

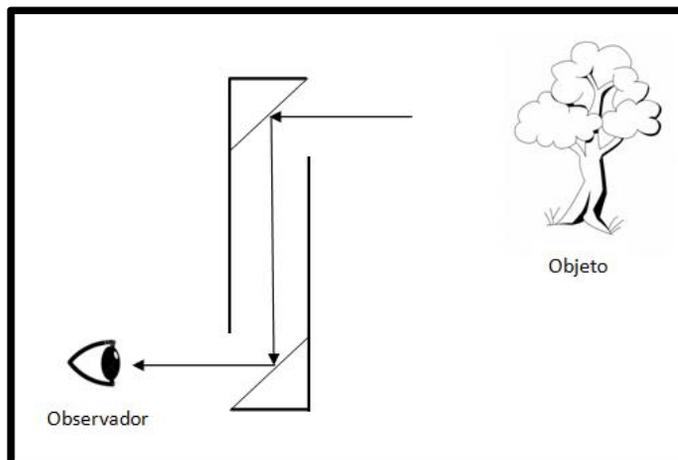


FIGURA 37 - FUNCIONAMENTO DO PERISCÓPIO

O observador poderá descobrir, manipulando o aparato e dispondo-o de maneiras diferentes, que deve posicionar os seus olhos perpendicularmente a uma das aberturas do Periscópio. A abertura do lado oposto deverá ser, por sua vez, posicionada perpendicularmente ao objeto que se deseja observar. Desta forma a luz emitida pelo objeto será refletida nos dois espelhos. O observador então verá a imagem do objeto sendo formada no espelho que está mais próximo aos seus olhos.

É possível perceber que se o aparato não estiver posicionado perpendicularmente, o observador poderá ver apenas imagens das paredes de dentro do Periscópio ou o seu próprio reflexo no espelho.

O funcionamento do periscópio ainda pode ser observado utilizando um laser e um anteparo (pode ser uma parede). Direcionando o laser perpendicularmente ao Periscópio em um dos seus espelhos, sua luz irá incidir sobre um anteparo à frente do outro espelho. Assim aqueles que estiverem participando da demonstração do experimento irão facilmente perceber a forma como os raios de luz se propagam e são refletidos nos espelhos do equipamento.

CONCEITOS ENVOLVIDOS

A partir da utilização do Periscópio diversos conceitos relacionados à propagação da luz podem ser estudados. É possível mostrar, a partir do objeto, que a luz propaga retilineamente em meios uniformes, observar a reflexão da luz em superfícies planas e lisas, e

compreender a formação de imagens em espelhos planos. Para tanto aquele que estiver realizando a demonstração pode se posicionar atrás de obstáculos ao olhar através do Periscópio, fazer a observação de objetos de vários tamanhos e a distâncias diferentes e utilizar um laser para mostrar a propagação da radiação por eles emitida ao passar pelo Periscópio.

Existem diversos materiais na natureza que são considerados fontes primárias de luz como o sol, uma vela acesa ou uma lâmpada, esses dizemos que possuem luz própria. Outros objetos que podemos ver que não possuem luz própria apenas refletem a luz que incide sobre eles.

Tanto os raios de luz emitidos pelas fontes primárias quanto os raios refletidos por outros objetos propagam em linha reta. Esses raios ao incidirem sobre uma superfície plana, como um espelho, são refletidos de acordo com duas leis simples.

A primeira lei da reflexão em espelhos planos diz que se imaginarmos uma reta normal à superfície do espelho no ponto onde o raio de luz incide e reflete, esses três (a reta normal, o raio de luz incidente e o raio de luz refletido) pertencerão no mesmo plano.

A segunda lei é em relação aos ângulos de incidência e reflexão dos raios de luz sobre o espelho. Os ângulos de incidência (θ_i) e de reflexão (θ_r) são os que os raios incidente e refletido, respectivamente, fazem com a reta normal. Esses ângulos possuem o mesmo valor ($\theta_i = \theta_r$).

A partir das duas leis de reflexão apresentadas é possível explicar o posicionamento dos espelhos no Periscópio. Como os espelhos formam com as laterais do aparelho ângulos de 45° , os raios de luz que chegam perpendicularmente ao Periscópio terão ângulos de incidência e reflexão de 45° e irão propagar dentro do periscópio paralelamente as paredes laterais (Figura 9). O mesmo irá ocorrer quando esses raios de luz atingirem o segundo espelho, mas agora eles irão “sair” do Periscópio perpendicularmente atingindo os olhos do observador.

O Periscópio utilizado possui apenas espelhos planos, não há lentes e nem espelhos esféricos. Assim as imagens não são ampliadas ou reduzidas, apesar da impressão que o observador terá de que os objetos estarão um pouco menores e mais longe do que realmente estão, o que ocorre devido à reflexão consecutiva em dois espelhos.

EXPERIMENTO 3

RODA GIROSCÓPIO

O QUE É?

O experimento Roda Giroscópio (Figura 10) foi construído usando um pneu de borracha reutilizado de uma bicicleta. Segurando o apoio dos eixos, a roda gira fazendo variados movimentos. Nesse experimento podem ser abordados os conceitos: momento angular, movimento de rotação, velocidade angular, momento de inércia, conservação do momento angular.



FIGURA 38 - EXPERIMENTO RODA GIROSCÓPIO

MATERIAIS

Para construir a Roda Giroscópio devem ser usados os materiais do Quadro 3:

Quantidade	Materiais
1	Roda de Bicicleta (Aro 26")
1	Pneu para Bicicleta (Liso - Aro 26")
1	Par de Pedaleiras (Manoplas ou apoio de Eixo)

QUADRO 3 - MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DA RODA GIROSCÓPIO

Custo estimado para construção do experimento: R\$20,00

CONSTRUÇÃO

Na construção deve ser utilizada uma roda dianteira de bicicleta, pois esta não vem com a catraca como na roda traseira. Sugere-se a fim de redução de custos que seja utilizada



FIGURA 39 - PEDALEIRA

uma roda de bicicleta usada, o material pode ser encontrado facilmente em oficinas.

Faça a montagem do pneu sobre o aro com a câmara de ar, logo em seguida encaixe as pedaleiras (Figura 11). É interessante que o pneu utilizado seja liso, pois se for com cravos pode machucar, caso encoste-se à pessoa que estiver segurando a roda enquanto esta gira (Figura 10).

FUNCIONAMENTO E MANIPULAÇÃO

Enquanto uma pessoa segura firmemente a roda através dos apoios de eixo, outra pessoa deve girar a roda impulsionando a partir do pneu. A pessoa que segura a roda poderá perceber, sempre que tentar realizar um pequeno movimento de rotação do eixo, que uma força será realizada pela própria roda em oposição a esse movimento.

A roda pode ser pendurada a partir de uma corda amarrada à extremidade de um dos apoios de eixo (Figura 12). Desta maneira, enquanto a roda girar, o seu eixo irá permanecer na posição vertical como na Figura 5 (ou em



FIGURA 40 - RODA APOIADA POR UMA CORDA

qualquer outra posição que for inicialmente colocado) realizando, sem o auxílio de uma força externa realizada por uma pessoa, apenas mais um movimento de rotação em torno de um eixo perpendicular ao eixo da roda.

Há uma terceira maneira de demonstrar o funcionamento do equipamento. Girando a roda e colocando-a no chão, sustentada por um dos apoios, é possível perceber que a roda realiza um movimento parecido com o de um pião (Figura 13). Girando em torno do próprio eixo e fazendo um movimento de precessão realizado no sentido contrário ao do primeiro movimento.

Havendo uma cadeira giratória a disposição, é possível fazer mais uma demonstração. A pessoa que estiver segurando a roda deve sentar na cadeira sem

apoiar os pés no chão, deixando-os livres. Segurando a roda com o eixo posicionado verticalmente será possível perceber que a cadeira irá começar a girar, no sentido contrário a o giro da roda. Se o eixo da roda for invertido, alterando o seu sentido de rotação, o sentido de rotação da cadeira também será alterado.

A medida que a velocidade de giro da roda for diminuindo, todos os efeitos descritos acima irão ocorrer com menor intensidade.

É preciso tomar bastante cuidado ao girar a roda. Evite que os dedos das mão se prendam entre os raios ou que o pneu toque em alguém, pois qualquer destas desventuras pode causar ferimentos.



FIGURA 41 - RODA GIRANDO APOIADA NO CHÃO

CONCEITOS ENVOLVIDOS

O momento angular (L) é uma grandeza vetorial associado a qualquer corpo que realiza um movimento de rotação. A intensidade do momento angular de uma roda girando em torno do eixo central está diretamente ligada a velocidade angular (ω) e a distribuição da massa em torno do eixo, o que chamamos de momento de inércia (I).

O valor do momento angular pode ser dado então pelo produto da velocidade angular pelo momento de inércia.

$$L = I \cdot \omega$$

O momento de inércia, por sua vez, depende da massa (m) do objeto que gira e do raio (R) de distribuição dessa massa.

$$I = \sum mR^2$$

A direção do momento angular é perpendicular ao plano formado pelo raio e a velocidade angular.

Para a explicação do ocorrido durante a demonstração não há necessidade de dar maior atenção às resoluções das equações acima, porém a interpretação correta facilita a compreensão do fenômeno. Percebe-se que quanto maiores forem a massa do objeto, o raio de distribuição da massa e a sua velocidade angular, maior será o momento angular associado ao movimento.

Além da intensidade do momento angular, outro fator que interfere no funcionamento e demonstrações da Roda - Giroscópio é o fato do momento angular ser uma grandeza que se conserva.

A conservação do momento angular é o que faz com que a roda se oponha aos movimentos que tentem alterar a sua condição original.

Quando uma força externa é aplicada na roda, gerando um torque, tentando rotacionar o seu eixo, irá surgir uma segunda velocidade angular acompanhada de outro momento angular no sistema. Logo para que a conservação do momento angular inicial ocorra naturalmente a roda irá produzir um terceiro momento angular a partir de uma nova força e novo torque.

Quando a roda é pendurada pela corda a força da gravidade é a responsável por tentar alterar a posição do seu eixo. O que explica o movimento de rotação em torno de um eixo perpendicular ao eixo da roda.

A força produzida pela própria roda em resposta as forças externas a ela aplicada, e a conservação do momento angular são responsáveis pelos efeitos observados durante a manipulação e demonstrações desse experimento. Logo a medida que a velocidade angular da roda vai diminuindo e o momento angular da roda se torna menor, as reações observadas para a sua conservação vão se tornando menos intensas.

EXPERIMENTO 4

PÊNULO SERPENTE

O QUE É?

O Experimento Pêndulo Serpente (Figura 14) é uma armação de madeira montada no formato de um trapézio. A parte superior da armação é composta por 28 pêndulos feitos com chumbos de pescaria. Soltando as massas simultaneamente, o movimento dos pêndulos formará algo parecido com o movimento de uma serpente.

Este experimento apresenta diversos pêndulos simples, com isso é possível observar o período, a frequência e a amplitude em um movimento harmônico simples.



FIGURA 42 - EXPERIMENTO PÊNULO SERPENTE

MATERIAIS

Para construir os Pêndulos - Serpente devem ser utilizados os materiais mostrados no Quadro 4:

Quant	Materiais
-------	-----------

2	Madeira Compensada 12 mm (30 cm x 4,5 cm)
2	Madeira Compensada 12 mm (55 cm x 4,5 cm)
2	Madeira Compensada 12 mm (45 cm x 4,5 cm)
1	Madeira Compensada 12 mm (70 cm x 2 cm)
1	Madeira Compensada 12 mm (71 cm x 2 cm)
28	Chumbos de pescaria (2 cm)
56	Miçangas para artesanato
14 m	Cordão encerado fino ou fio de nylon

QUADRO 4 - MATERIAL PARA CONSTRUÇÃO DOS PÊNULO SERPENTE

Custo estimado para construção do experimento: R\$40,00



FIGURA 43 - BASE DOS PÊNULOS



FIGURA 16 - ENCAIXE SUPERIOR DOS PÊNULOS

CONSTRUÇÃO

A armação deve ser montada no formato de um trapézio (Figura 14). Para unir as madeiras utilize pregos e cola de madeira.

Una os pés da armação (madeiras de 30 cm) através da tira de madeira de 70 cm. Os pés devem ficar paralelos um ao outro nas extremidades da tira.

Sobre o primeiro pé posicione verticalmente as duas tiras de 55 cm separados pela madeira da base do trapézio como na Figura 15. Faça o mesmo sobre o segundo pé com as tiras de 45 cm.

Na parte superior unindo as duas extremidades fixe a tira de madeira de 71 cm fazendo um ângulo de



FIGURA 17 - EXTREMIDADE INFERIOR DOS PÊNULOS

aproximadamente 9° com a direção horizontal.

Ainda na parte superior faça 28 furos com 2 cm de distância entre eles. Nestes furos serão passados os cordões dos pêndulos (Figura 16).

Usando o cordão e os chumbos de pescaria, faça a montagem dos pêndulos (Figura 17).

Os chumbos devem ficar alinhados. Para alinhar utilize uma linha amarrada nas laterais da armação, norteando as alturas dos pêndulos. Perceba que cada fio terá um comprimento diferente dos outros. Evitando que os nós do cordão ultrapassem o furo do chumbo coloque nas extremidades, antes dos nós, as miçangas como nas Figuras 16 e 17.

FUNCIONAMENTO E MANIPULAÇÃO

Com o auxílio do pedaço de madeira ou de uma régua, erga todas as massas dos pêndulos até certa altura (no máximo 10 cm de deslocamento em relação a posição de repouso). Solte todas as massas ao mesmo tempo e observe o movimento dos pêndulos.

Alguns instantes depois que os pêndulos estiverem oscilando, haverá a impressão de que os movimentos não estão sincronizados. Nenhum pêndulo estará realizando uma oscilação completa ao mesmo tempo em que os outros. Por isso a combinação dos seus movimentos formará algo parecido com o movimento de uma serpente ou com a oscilação de uma onda transversal Figura 18.

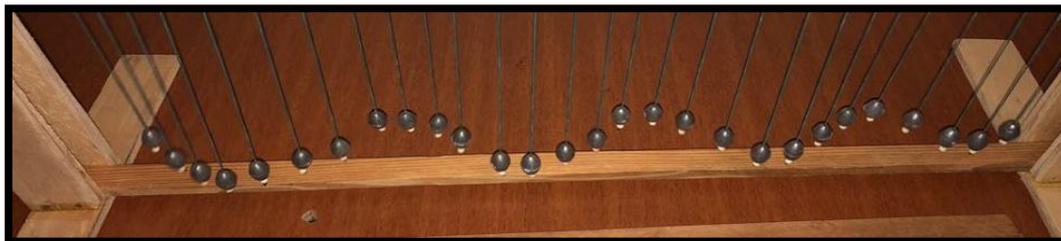


FIGURA 18 - COMBINAÇÃO DOS MOVIMENTOS DOS PÊNULOS

Continue a observar os pêndulos e será possível perceber a formação de diferentes padrões em suas oscilações. Veja diferentes padrões também quando uma quantidade menor de pêndulos for colocada para oscilar.

Se possível, utilizando um cronômetro, peça para que alguém realize as medidas dos tempos de oscilação de alguns pêndulos individualmente. Mostre que os tempos de oscilação dos pêndulos que estão presos as linhas mais cumpridas são maiores do que o tempo dos que estão presos as linhas mais curtas quando são soltos da mesma altura.

Chame atenção para o fato de que os movimentos dos pêndulos não são perpétuos. Após certo tempo a amplitude do movimento será bem menor do que era ao início da observação.

Evite que os pêndulos fiquem oscilando por muito tempo ou que as massas sejam tocadas durante o movimento, pois assim é possível que os pêndulos se entrelacem.

CONCEITOS ENVOLVIDOS

O equipamento demonstrado apresenta diversos pêndulos simples. O período (T) de oscilação de um pêndulo simples, para ângulos pequenos (menores que 10°) depende apenas do comprimento (L) do pêndulo e da aceleração (g) da gravidade local. A equação matemática que expressa essa relação possui uma demonstração não muito complicada. Apesar disso tal demonstração não é relevante para o tipo de atividade proposta e a equação é apresentada a seguir:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Percebe-se que a única grandeza que irá interferir nas diferenças dos períodos de oscilações dos pêndulos será o comprimento de cada um deles, já que todos estão sujeitos a mesma aceleração da gravidade. Logo quanto maior o comprimento do pêndulo maior será o seu período de oscilação.

Enquanto oscila, o pêndulo apresenta um exemplo típico de um Movimento Harmônico Simples (MHS). Em que, neste caso, os períodos de oscilação deixam de depender da amplitude do movimento (já que são amplitudes pequenas) e das massas das partículas que são postas para oscilar nas extremidades dos pêndulos.

O comprimento dos pêndulos distribuídos pelo aparato aumenta de maneira linear. Isso faz com que o período de oscilação aumente gradativamente. Logo as diferenças de fases

entre os pêndulos fazem com que o conjunto, ao oscilar, apresente os efeitos observados como o movimento de uma serpente.

A energia mecânica em um oscilador harmônico simples está diretamente associada à amplitude de seu movimento. Assim, o fato de as amplitudes dos movimentos irem diminuindo ao longo do tempo deve-se a dissipação da energia do sistema devido ao atrito com o ar. As oscilações dos pêndulos estão sendo amortecidas.

EXPERIMENTO 5

GERADOR DE ONDAS ESTACIONÁRIAS

O QUE É?

O Experimento Gerador de Ondas Estacionárias (Figura 19) é composto por uma base de madeira com duas hastes articuladas unidas por um pedaço de barbante e dois motores de aparelhos de DVD. Ao acionar os motores o pedaço de barbante irá oscilar formando uma onda estacionária.

Com este experimento é possível observar a formação de ondas mecânicas em uma corda, interferência entre ondas, ondas estacionárias e suas características.



FIGURA 19 - EXPERIMENTO GERADOR DE ONDAS ESTACIONÁRIAS

MATERIAIS

Para construir o experimento devem ser utilizados os materiais do Quadro 5:

Quant	Materiais
1	Madeira (25 cm x 10 cm x 5 cm)

2	Madeira (25 cm x 3 cm x 3 cm)
4	Madeira (13 cm x 2 cm x 2 cm)
1	Madeira – compensado de 0,3 cm espessura (8 cm x 8 cm)
2	Parafusos (9,5 cm) com porcas e arruelas
1	Chave – liga desliga – alavanca - 2 polos
1	Suporte para 4 pilhas AA
4	4 pilhas AA
1	Barbante (60 cm)
2	Motor de DVD
8	Parafusos de rosca soberba (5 cm)
80 cm	Cabo PP 2 x 03 mm

QUADRO 5 - MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DO GERADOR DE ONDAS ESTACIONÁRIAS

Custo estimado para construção do experimento: R\$20,00

CONSTRUÇÃO

O pedaço de madeira mais grosso será a base para a construção do aparato.

Em cada lateral da base afixe as duas madeiras de 13 cm utilizando dois parafusos de 5 cm com 2 cm de espaço entre estes. Entre as madeiras deve haver um espaço de 3 cm e aproximadamente 7 cm de cada uma delas deve estar acima da base. Nos espaços entre essas madeirinhas serão colocadas as hastes articuladas como na Figura 20.

Entre as madeiras que foram afixadas nas laterais coloque os dois pedaços de madeira restantes utilizando os para fusos com porca de acordo com a Figura 20. É importante que as alturas destas duas madeiras sejam iguais e que estejam bem articuladas, pois elas serão as hastes onde os motores serão acoplados.



FIGURA 20 - LATERAIS ARTICULADAS

Utilizando cola quente, coloque os motores nas extremidades de cada haste (Figura 21).

Em umas das laterais mais compridas da base afixe o pedaço de compensado, deixando espaço para acoplar a chave de ligar e o suporte para as pilhas na parte inferior, de acordo com a Figura 22.

Utilizando os cabos PP faça a instalação elétrica dos motores observando os seguintes pontos:



FIGURA 21 - MOTOR COLADO NA HASTE



FIGURA 22 - PILHAS E CHAVE

- quando a chave for ligada os dois motores devem ser acionados a mesmo tempo.
- os dois motores devem girar em sentidos opostos (horário e anti-horário).

Se necessário peça a ajuda de um técnico em eletrônica para fazer a instalação dos motores.

FUNCIONAMENTO E MANIPULAÇÃO

Ao ligar o interruptor os motores serão acionados fazendo com que o barbante oscile. Como os motores foram instalados girando no mesmo sentido, ao serem posicionados um de frente para o outro, produzirão ondas que oscilam em sentidos opostos. Essas oscilações darão origem a uma onda estacionária no barbante assim como na Figura 23.

Ao alterar o tamanho do barbante acoplado aos motores ou variando as distâncias entre estes será possível observar números diferentes de batimentos sendo formados no barbante. Também é possível alterar a quantidade de batimentos formada apertando levemente o barbante com os dedos enquanto os motores estiverem ligados o que depende do tamanho do barbante e da distancia entre os motores.

Coloque pedaços de barbante de diferentes comprimentos e observe o número de batimentos associados a cada um. É possível, se houver tempo suficiente, fazer isso até mesmo durante a demonstração do experimento.

É interessante, durante a demonstração do experimento, ter em mãos um rolo de barbante e uma tesoura para que possa ser feita rapidamente a troca da corda. Ocasionalmente poderá acontecer o rompimento do barbante ou este poderá ficar enrolado em algum dos motores.

CONCEITOS ENVOLVIDOS

Ao acionar os motores do aparato é possível observar a formação de ondas estacionárias no barbante. De forma simplificada pode-se dizer que a onda estacionária em uma corda é o resultado da interferência de duas ondas de mesma amplitude e comprimento de onda. Essas ondas oscilam com suas velocidades em sentidos contrários se interceptando ao longo da corda.

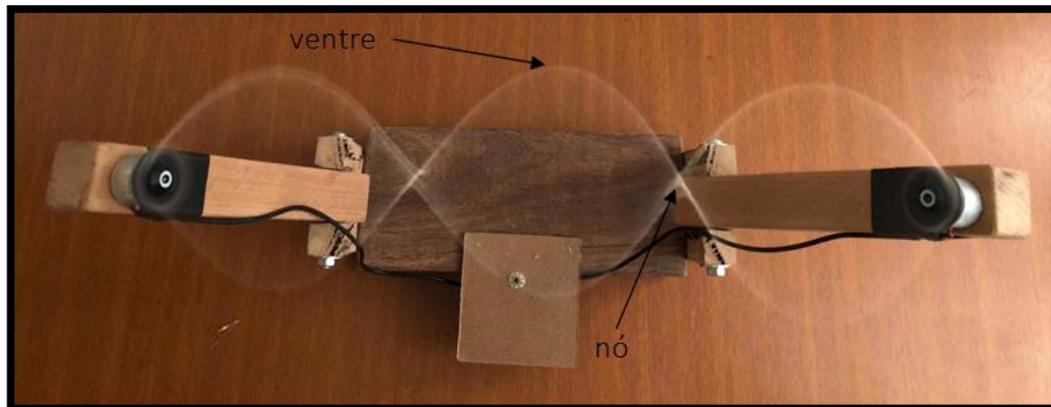


FIGURA 23 - NÓS E VENTRES DA ONDA ESTACIONÁRIA

A interceptação das ondas fará com que surjam pontos de interferência construtiva e destrutiva.

Os pontos da corda onde há interferência construtiva são chamados de ventres (Figura 23). Nos ventres a amplitude do movimento é máxima e corresponde ao dobro da amplitude das ondas que constituem a onda estacionária.

Os pontos da corda onde a interferência é totalmente destrutiva são chamados de nós (Figura 23). A distância entre dois nós ou dois ventres consecutivos corresponde à metade do comprimento de onda da onda estacionária.

As quantidades de nós e ventres produzidos em uma onda estacionária são influenciadas pelo comprimento da corda, da densidade linear de massa da corda e da tensão sobre a qual esta corda está submetida.

No caso desse experimento é possível fazer a troca do barbante, utilizando modelos mais finos ou mais grossos e barbantes de diferentes comprimentos. Alterando também a posição das hastes onde os motores estão acoplados varia-se a tensão no barbante. Todas essas variações contribuem para a formação de ondas estacionárias de diversos comprimentos de onda.

EXPERIMENTO 6

MINI BANCADA DE ÓPTICA

O QUE É?

O Experimento Mini Bancada de Óptica (Figura 24) é composta por um conjunto de lentes côncavas e convexas, alguns prismas, espelhos planos, lasers e uma base com o desenho de um transferidor.

Diversas demonstrações e experimentos podem ser realizados utilizando a Mini Bancada de Óptica, podendo assim analisar a reflexão e a refração dos raios de luz, a formação da imagem em espelhos planos e a convergência e divergência dos raios de luz em lentes delgadas.



FIGURA 24 - EXPERIMENTO MINI BANCADA DE ÓPTICA

MATERIAIS

Para construir a Mini Bancada de Óptica devem ser utilizados os materiais mostrados nos Quadros 6 e 7:

Quant	Materiais
1	Kit de óptica (lentes e prismas – Quadro 7)

3	Laser – comprimento de onda 650 nm (vermelho)
1	Lazer – comprimento de onda 532 nm (verde)
4	Espelho plano (8 cm x 12 cm)
1	Espelho retrovisor com superfícies esféricas
1	Madeira MDF 1,5 cm (43 cm x 24 cm)
1	Pedaco pequeno de madeira (3 cm x 9 cm)
2	Parafusos de rosca soberba de 2 cm
1	Imagem impressa de transferidor
4	Prendedor de papel de 2,5 cm
1	Folha de EVA de 0,5 cm de espessura

QUADRO 6 - MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DA MINI BANCADA DE ÓPTICA

Quant	Materiais
1	lente plano convexa
1	lente plano côncava
1	lente bicôncava
1	lente biconvexa
1	prisma retângulo
1	Prismaequilátero
1	prisma isósceles
1	prisma retângulo

QUADRO 7 - COMPONENTES DO KIT DE ÓPTICA

Custo estimado para construção do experimento: R\$230,00 - o experimento ficou com o valor um pouco mais elevado devido ao preço dos prismas e das lentes, mas ainda é possível utilizar materiais mais baratos.

CONSTRUÇÃO

A única etapa da construção do aparato que merece maior atenção é a união e afixação dos lasers vermelhos sobre a base e a colagem da imagem do transferidor. O restante depende apenas da montagem do experimento de acordo com os objetivos de cada demonstrado.

Primeiramente, um dos lasers vermelhos deve ser afixado no centro do pedaço pequeno de madeira utilizando cola quente. O raio de luz emitido deve estar perpendicular a lateral maior da madeira. Os outros dois lasers devem ser colados um de cada lado do primeiro.

Os raios de luz emitidos pelos três devem ser paralelos, para isso sugere-se que ao fazer a colagem dos lasers laterais eles sejam ligados de frente a um anteparo.

Segure firmemente os lasers observando a direção dos raios até que a cola endureça. Faça isso com o primeiro laser lateral, alinhando-o com o laser do meio (Figura 25). Em seguida faça com o segundo laser lateral, alinhando-o com os outros dois, estando todos ligados e a luz emitida sendo projetada no anteparo.

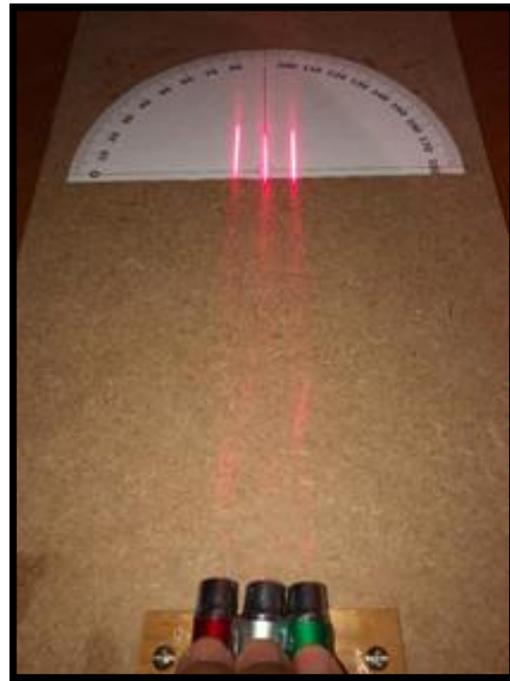


FIGURA 25 - LASERS ALINHADOS



FIGURA 26 - INCLINAÇÃO DOS LASERS

Parafuse a madeira com os laser sobre a base (madeira MDF). É importante que ao afixar a madeira esta fique levemente inclinada para frente, de forma que os raios de luz emitidos possam incidir na base, sobre um ângulo bem pequeno, quase perpendicularmente a ela. Fazer isso é possível colocando uma tira fina de EVA na parte de trás da madeirinha e em baixo dela (Figura 26).

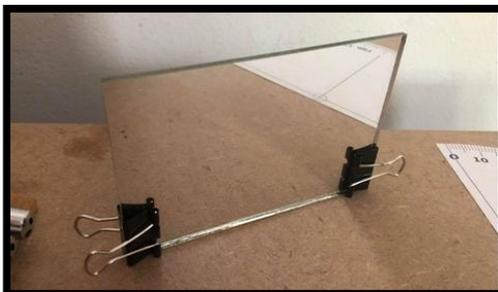


FIGURA 27- PRENEDEORES APOIANDO O ESPELHO

Cole a imagem do transferidor, posicionando-a aproximadamente no centro da base.

Corte a folha de EVA um pouco menor do que os espelhos e cole atrás de cada um deles

para que fiquem protegidos. Para que os espelhos fiquem posicionado em pé coloque em suas bordas os prendedores de papel (Figura 27).

FUNCIONAMENTO E MANIPULAÇÃO

Diversas demonstrações e experimentos podem ser realizados utilizando a Mini Bancada de Óptica.

Acionando dois ou três lasers ao mesmo tempo é possível perceber que, ao atravessar as lentes com bordas mais finas que o centro, os raios de luz irão convergir para um ponto em comum. Ao atravessar uma lente com bordas mais grossas que o centro, os raios de luz irão se espalhar. Acionando apenas um laser percebe-se que, se um raio de luz passa exatamente pelo centro de uma lente posicionada perpendicularmente, não sofre desvio.

Com os demais prismas (triangulares e retangular), que não possuem formatos de lentes, perceba que os raios que são emitidos pelos lasers sofrem reflexões e desvios ao os atingirem. Nestes casos, porém, os raios que são emitidos paralelamente pelos lasers continuam paralelos após atingirem os prismas.

Nos lasers utilizados no experimento há outro botão que aciona uma lanterna. Utilizando ainda os prismas perceba o efeito obtido quando, ao invés de raios de luz, feixes de luz estão passando através deles.

Compondo a Mini Bancada de Óptica também há alguns espelhos. Com os espelhos planos, utilizando um laser que está solto, mostre os ângulos de incidência e de reflexão dos raios de luz. Mostre também a quantidade de imagens de um mesmo objeto que são formadas nos espelhos quando estes são associados de acordo com certos ângulos.

Se achar conveniente mostre, nesses dois casos, os ângulos através do transferidor colado na base da bancada.

Com o espelho esférico nas mãos, peça para que o aluno ou visitante se posicione de frente ao espelho e observe as características da sua imagem formada. Deixe que sejam observadas e analisadas as imagens de outros objetos a diferentes distâncias do espelho.

Neste aparato esta sendo utilizado um espelho retrovisor com uma das superfícies côncava e a outra convexa. Outros espelhos de custo não muito alto podem ser adicionados, como espelhos de para maquiagem (côncavos) e espelhos redondos (convexos) que são colados nos retrovisores de caminhões.

Se a demonstração for realizada em sala de aula solicite que os alunos façam anotações a respeito das distâncias, ângulos e características das imagens formadas em cada experimento que for sendo realizado com a Mini Bancada de Óptica. O que pode auxiliar na compreensão de alguns diagramas encontrados nos livros didáticos e ensinados pelos professores.

Explore diferentes formas de utilização e a medida do possível acrescente mais objetos a Mini Bancada como: lentes com diferentes distâncias focais, outros espelhos esféricos, lasers de diferentes frequências e superfícies polarizadoras.

Solicite aqueles que estiverem manipulando o aparato para tomarem muito cuidado, pois são feitos de materiais frágeis. Se possível tenha sempre um monitor acompanhando a utilização dos objetos.

CONCEITOS ENVOLVIDOS

Essencialmente, com a Mini Bancada de Óptica construída, é possível analisar a reflexão e a refração dos raios de luz, a formação da imagem em espelhos planos e esféricos e a convergência e divergência dos raios de luz em lentes delgadas.

Sobre a reflexão da luz em superfícies planas:

Os raios de luz percorrem linhas retas enquanto estão propagando em meios uniformes. Esses raios ao incidirem sobre uma superfície plana, como um espelho ou as paredes dos prismas, são refletidos de acordo com duas leis simples.

A primeira lei da reflexão em espelhos planos diz que se imaginarmos uma reta normal à superfície do espelho no ponto onde o raio de luz incide e reflete, esses três (a reta normal, o raio de luz incidente e o raio de luz refletido) pertencerão no mesmo plano.

A segunda lei é em relação aos ângulos de incidência e reflexão dos raios de luz sobre o espelho. Os ângulos de incidência (θ_i) e de reflexão (θ_r) são os que os raios incidente e refletido, respectivamente, fazem com a reta normal. Esses ângulos possuem o mesmo valor ($\theta_i = \theta_r$).

A partir do transferidor colado a base da Mini Bancada os ângulos podem ser analisados e as duas leis acima mencionadas podem ser testadas.

Quando dois espelhos planos são associados, colocados próximos e fazendo um ângulo α , várias imagens de um mesmo objeto podem ser formadas. O número n de imagens formadas depende do ângulo em que os espelhos foram associados.

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

Sobre a reflexão da luz em superfícies esféricas:

Em superfícies esféricas a incidência e reflexão de dos raios de luz acontecem de forma diferente das superfícies planas. Isso é feito de acordo com as distâncias focais e os centros de cada espelho:

- Raios de luz que incidem sobre um espelho esférico paralelamente ao eixo principal (linha que passa pelo centro e pelo espelho) é refletido na direção do foco;
- Raios de luz que incidem sobre um espelho esférico na direção do foco são refletidos paralelamente ao eixo principal;
- Raios de luz que incidem sobre um espelho esférico na direção do centro é refletido também na direção do centro.

Se for montado um diagrama e analisadas as imagens formadas nos espelhos esféricos será possível perceber as características gerais das imagens formadas.

Num espelho convexo a imagem formada será sempre direta, virtual e menor do que o objeto que está sendo refletido independentemente da sua posição.

Num espelho côncavo as características da imagem dependem da posição relativa entre o espelho e o objeto. Assim as imagens formadas podem ser diretas ou invertidas, virtuais ou reais, menores, maiores ou do mesmo tamanho do objeto. Curiosamente se um objeto for posicionado no centro de um espelho côncavo não será possível observar a formação de sua imagem.

Sobre a refração da luz em prismas e lentes:

Prismas e lentes são feito com matérias onde a velocidade da luz tem valor diferente da velocidade da luz no ar. Quando um raio de luz passa pela superfície de separação entre dois meios ela pode sofrer um desvio devido a mudança de velocidade.

Os ângulos de desvio dos raios de luz ao passar pela superfície de separação dos meios seguem a lei de Snell expressa pela seguinte equação:

$$n_1 \cdot \text{sen}\theta_1 = n_2 \cdot \text{sen}\theta_2$$

Onde:

n_1 e n_2 são os índices de refração absolutos dos meios (razão entre as velocidades da luz no vácuo e a velocidade da luz no meio em questão);

θ_1 e θ_2 são os ângulos de incidência e de refração dos raios de luz (ângulos que os raios fazem com a reta normal a superfície).

Ao incidir perpendicularmente na superfície que separa dois meios onde a luz apresenta velocidades diferentes, o raio de luz não sofre desvio.

$$\theta_1 = 0 \rightarrow \text{sen}\theta_1 = 0$$

Se incidir em um ângulo diferente de 90° o desvio será de acordo com a equação apresentada.

Em relação a passagem dos raios de luz onde a superfície de separação entre os dois meios é esférica, como é o caso das lentes apresentadas na Mini Bancada, os raios de luz serão desviados convergindo para o eixo principal ou divergindo dele. Sempre na direção dos focos das lentes.

Se o índice de refração do material de que é feita a lente for maior do que o índice de refração do meio em volta dela a lente será:

- Convergente caso tenha as bordas mais finas que o meio;
- Divergente caso tenha as bordas mais grossas que o meio.

Isso é o que ocorre nos casos das demonstrações utilizando este aparato, pois o índice de refração do ar é menor que o índice de refração do acrílico.

EXPERIMENTO 7

CIRCUITOS ELÉTRICOS EM SÉRIE E EM PARALELO

O QUE É?

O Experimento Circuitos Elétricos (Figura 28 e Figura 29) é composto por duas bancadas uma com um circuito elétrico em série e outro em paralelo.

Observando os circuitos pode-se entender a respeito dos conceitos de resistência elétrica, corrente elétrica, diferença de potencial elétrico, potência elétrica dissipada, e as diferenças dessas grandezas em associações de circuitos em série e em paralelo.

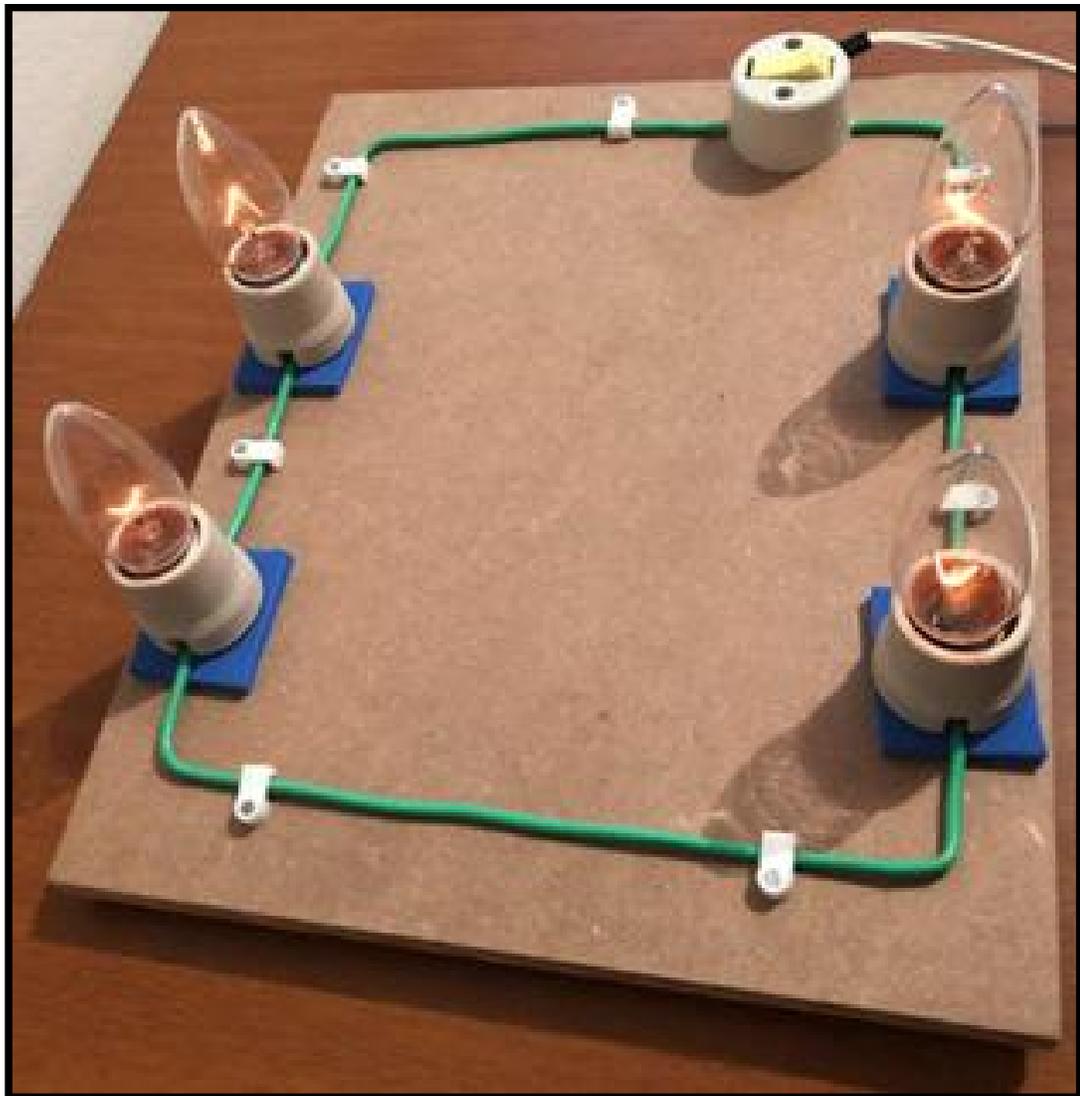


FIGURA 28 - CIRCUITO EM SERIE

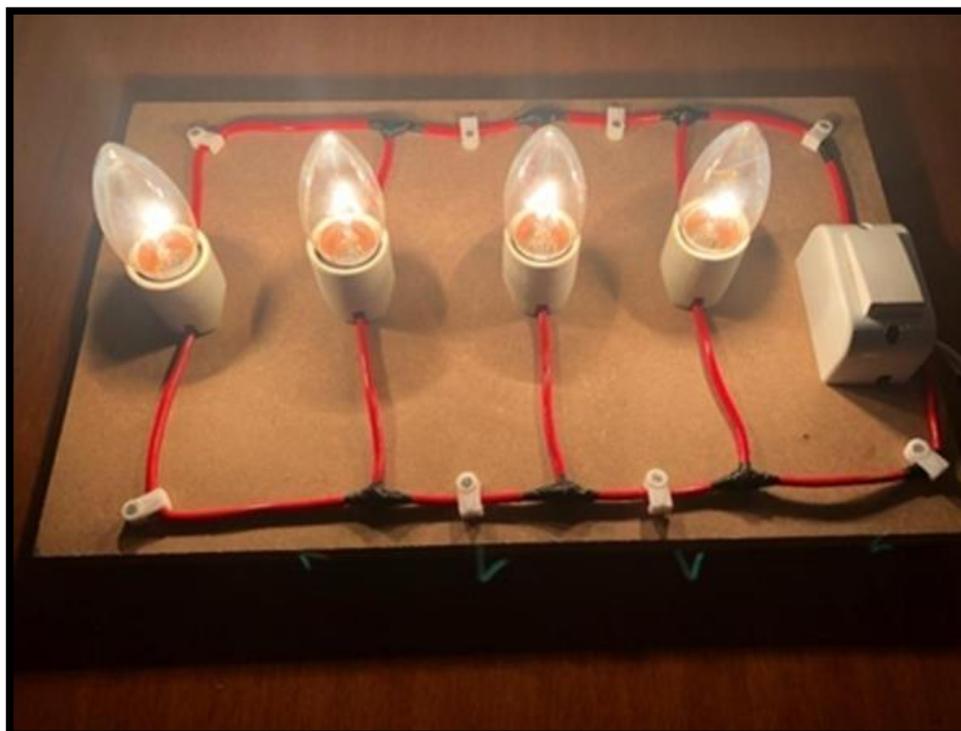


FIGURA 29 - CIRCUITO EM PRALELO

MATERIAIS

Para construir os Circuitos devem ser utilizados os materiais mostrados no Quadro 8:

Quant	Materiais
8	Bocal de Porcelana
8	Lâmpadas (Potências iguais)
2	Madeira MDF de 15 mm (40 cm x 30 cm)
	Plug de tomada (macho)
2	Interruptores de luz
1 m	Fio de 2,5 mm ² - verde
1,5 m	Fio de 2,5 mm ² – vermelho
2m	Fio duplo para extensão

QUADRO 8 - MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DOS CIRCUITOS EM SÉRIE E PARALELO

Custo estimado para construção do experimento: R\$ 60,00

CONSTRUÇÃO

Construção do circuito em série (Figura 28)

- Posicione 4 bocais sobre uma das bases de madeira, igualmente espaçados;
- Nos bocais de porcelana há uma maneira bem fácil de fazer a instalação dos fios. Meça três pedaços de fio verde dos tamanhos dos espaços entre os bocais, corte as capas dos fios nas pontas (aproximadamente 0,5 cm) e instale os fios nos bocais;
- Como o circuito é em série, deve haver apenas 1 “caminho” entre os fios e os bocais;
- Em um dos bocais das extremidades prenda um pedaço de fio verde de aproximadamente 25 cm. A outra ponta desse fio deve ser ligada ao interruptor.
- Na lâmpada da outra extremidade prenda outro fio verde de aproximadamente 25 cm.
- Prenda os bocais na base;



FIGURA 30 - FIO AFIXADO

- Para fazer a entrada de energia no circuito utilize 1m do fio duplo para extensão. Em uma das extremidades desse fio instale um plug de tomada. A outra extremidade do fio duplo deve ser ligada a uma ponta no interruptor e a outra ponta direto no fio que se do circuito que ainda está solta.
- Não se esqueça de isolamento dos fios que estiverem expostos e de prender os fios soltos na base, utilizando cola quente ou fixadores de fio (Figura 30).

Construção do circuito em paralelo (Figura 29)

- Posicione 4 bocais sobre uma das bases de madeira, igualmente espaçados;
- Nos bocais de porcelana há uma maneira bem fácil de fazer a instalação dos fios. Em um dos bocais das extremidades coloque dois fios vermelhos de 40 cm, corte as capas dos fios nas pontas (aproximadamente 0,5 cm) e instale os fios nos bocais, esses fios servirão como rede principal do circuito.
- Uma das pontas dos fios da rede principal será ligada no interruptor, a outra ponta será ligada em um dos fios de entrada de energia;

- Nos outro, 3 bocais faça as instalações dos fios. Corte 6 pedaços de fio vermelho do mesmo tamanho, cada ponta desses fios será ligada uma em um bocal e outra no fio da rede principal;
- Dessa forma a instalação estará em paralelo;
- Prenda os bocais na base;
- Para fazer a entrada de energia no circuito utilize 1 m do fio duplo para extensão. Em uma das extremidades desse fio instale um plug de tomada. A outra extremidade do fio duplo deve ser liga uma ponta no interruptor e a outra ponta, direto no fio da rede principal do circuito que ainda está solta.
- Não se esqueça de isolar os fios que estiverem expostos e de prender os fios soltos na base, utilizando cola quente ou fixadores de fio (Figura 30).

FUNCIONAMENTO E MANIPULAÇÃO

Em uma exposição não formal de física o experimento pode ficar exposto e os visitantes livres para utilizarem. Basta ligar o interruptor para as lâmpadas ligarem. A pessoa que estiver manipulando o experimento poderá perceber que, apesar das lâmpadas possuírem mesma potência, em um dos circuitos elas brilharão mais intensamente que no outro.

O monitor deve estar atento para que ninguém toque nas lâmpadas depois que estiverem ligadas, pois elas se aquecem e podem causar queimaduras.

Em uma visita guiada ou em uma atividade de demonstração em sala de aula, o professor ou monitor podem fazer algumas perguntas a respeito do assunto abordado nos circuitos. As questões podem instigar a curiosidade e a participação dos alunos ou visitantes, e diagnosticar sobre o conhecimento prévio dos mesmo a respeito do assunto. As Perguntas feitas podem se do tipo: “Haverá diferença nos circuitos quando forem ligados?”, “Porque um brilhou mais intensamente que o outro?”, “O que irá acontecer se uma lâmpada de cada circuito for retirada?”.

Observe se a tensão elétrica das tomadas onde os circuitos serão ligados estão de acordo com as especificações das lâmpadas.

CONCEITOS ENVOLVIDOS

Associação em série

Na associação em série apresentada, a corrente elétrica que passa por todas as lâmpadas é a mesma, de intensidade i . As lâmpadas 1, 2, 3 e 4 possuem resistências elétricas de mesmo valor R .

A queda de tensão experimentada entre os terminais de cada resistor é encontrada através da equação:

$$U_n = R \cdot i$$

onde n está relacionado com cada lâmpada.

Desta forma, como possuem mesmo valor de resistência, cada lâmpada experimentará a mesma queda de tensão. O valor tensão elétrica total (U_{total}) que está alimentando o circuito é igual soma das tensões em cada lâmpada.

$$U_{total} = U_1 + U_2 + U_3 + U_4$$

A potencia(P) dissipada por cada lâmpada é dada pela equação:

$$P = U \cdot i$$

Com isso, pode-se concluir que as potências dissipadas pelas lâmpadas são menores que as suas potencias nominais, já que a queda de tensão em cada uma é menor do que a que é especificada. Por isso as lâmpadas irão brilhar com menor intensidade.

A mesma corrente elétrica passa por cada uma das lâmpadas. Se uma das lâmpadas for desligada ou “queimar”, as demais lâmpadas também irão se apagar.

Associação em paralelo

Na associação em paralelo apresentada, cada lâmpada está ligada diretamente na rede principal do circuito. Logo cada uma delas experimentará uma queda de tensão (U_1, U_2, U_3, U_4) igual a tensão elétrica total (U_{total}) do circuito.

$$U_{total} = U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = U$$

As lâmpadas 1, 2, 3 e 4 possuem resistências elétricas de mesmo valor R .

A intensidade da corrente elétrica (i) que passa por cada lâmpada é encontrada através da equação:

$$i = \frac{U}{R}$$

Desta forma as correntes elétricas em cada lâmpada serão maiores do que s correntes que passam pelas lâmpadas na associação em série

A potência (P) dissipada por cada lâmpada é dada pela equação:

$$P = U \cdot i$$

Com isso, pode-se concluir que as potências dissipadas pelas lâmpadas são iguais (ou muito próximas) às suas potências nominais. Por isso as lâmpadas irão brilhar com maior intensidade. Associação em paralelo irá dissipar mais energia elétrica do que a associação em série.

As correntes elétricas em cada lâmpada fluem independentemente umas das outras. Por isso o fato de uma delas ser desligada ou “queimada” não irá interferir no funcionamento das demais.

EXPERIMENTO 8

ELEVADORES HIDRÁULICOS

O QUE É?

Esse Experimento é composto por 3 elevadores hidráulicos. Os elevadores foram feitos com seringas de variados diâmetros ligadas de duas em duas utilizando mangueirinhas de aquário. O funcionamento dos Elevadores Hidráulicos (Figura 31) está relacionado com o Teorema de Pascal, podendo assim observar os conceitos de força e pressão relacionados a ele.

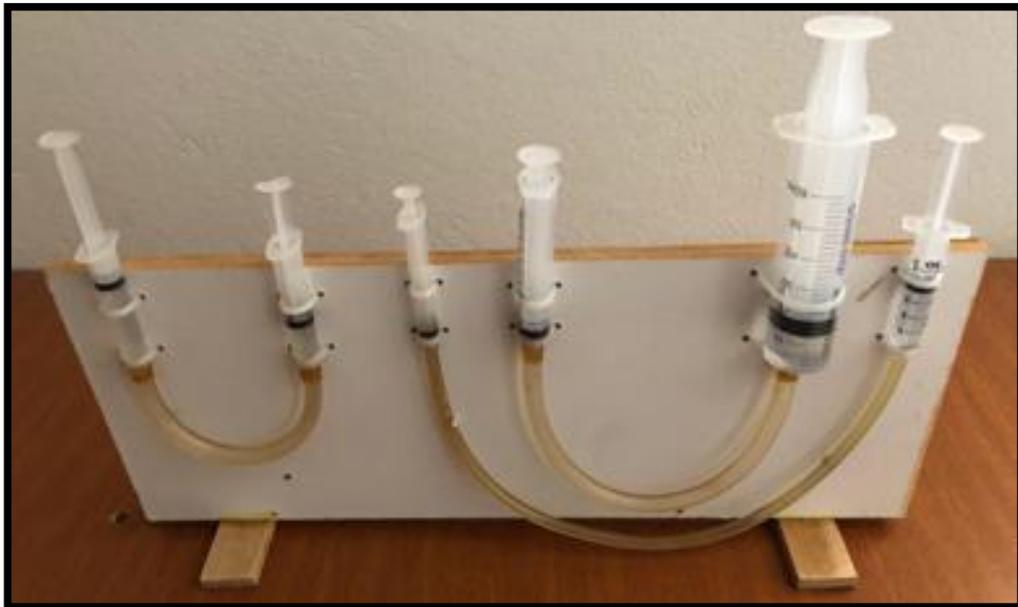


FIGURA 31 - EXPERIMENTO ELEVADORES HIDRÁULICOS

MATERIAIS

Para construir o experimento devem ser utilizados os materiais mostrados no Quadro 9:

Quant	Materiais
3	Seringa de 5 ml
1	Seringa de 10 ml
1	Seringa de 60 ml
1	Seringa de 3 ml

3	Mangueirinhas de aquário (aproximadamente 30 cm cada)
2	Madeira MDF 15 mm (4 cm x 10 cm)
1	Madeira MDF 15 mm (50 cm x 20 cm)
12	Braçadeiras de plástico

QUADRO 9 - MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DOS ELEVADORES HIDRÁULICOS

Custo estimado para construção do experimento: R\$20,00

Neste aparato a madeira de 50 cm servirá como apoio vertical para o posicionamento das seringas.

Utilizando o material do Quadro 8 será possível montar 3 elevadores hidráulicos sobre o mesmo apoio como na Figura 31.

No primeiro elevador serão usadas duas seringas de 5 ml, e montado da seguinte maneira:

- Deite a base e posicione as duas seringas sobre ela. As seringas devem ficar perpendiculares as laterais maiores com aproximadamente 2 cm acima de uma delas;
- Marque os pontos onde serão feitos os furos por onde passarão as braçadeiras que irão prender a seringas. Dois pontos nas duas laterais de cada seringa;
- Fure os buracos utilizando uma broca que tenha diâmetro igual ao das braçadeiras, para que essas não fiquem folgadas (Figura 32);



FIGURA 32 - BRAÇADEIRAS PRENDENDO AS SERINGAS



antes de prender as seringas no apoio interligue as seringas com as mangueirinhas e preencha a mangueirinha e as seringas com água (a água pode ser colorida com anilina);

FIGURA 44 - PÉS DOS ELEVADORES HIDRÁULICOS

- Usando as madeirinhas menores faça os pés do aparato (Figura 33);
- Prenda as seringas com as braçadeiras como na Figura 32.

Para fazer os outros dois elevadores realize o mesmo procedimento anterior. Um deles usando as seringas de 3 ml e 5 ml e o outro usando as seringas de 10 ml e 60 ml.

FUNCIONAMENTO E MANIPULAÇÃO

Pressione o êmbolo de uma das seringas e perceba que o êmbolo da outra, que está conectada a ela, irá se elevar.

É possível perceber que, no elevador feito com seringas de mesmo diâmetro, as forças aplicadas nas duas seringas, para fazer com que a outra seja elevada, são iguais.

Nos elevadores feitos com seringas de diâmetros diferentes há diferenças nas forças aplicadas. A força aplicada na seringa mais fina, para fazer com que o êmbolo da mais grossa de eleve, é menor do que fazer a mais fina se erguer pressionando a mais grossa.

Deixe que as pessoas percebam essas diferenças ao manipularem o aparato.

Tome cuidado para que ninguém retire os êmbolos das seringas, pois preenche-las novamente de água depois de estares afixadas é um pouco mais complicado.

Tenha disponíveis seringas, mangueirinhas e braçadeiras sobressalentes, caso seja preciso realizar a troca de alguma delas.

CONCEITOS ENVOLVIDOS

O funcionamento dos Elevadores Hidráulicos está relacionado com o Teorema de Pascal.

De acordo Princípio de Pascal se houver variação de pressão num ponto de um líquido em equilíbrio, todos os pontos do líquido irão sofrer a mesma variação de pressão.

A pressão P_1 exercida sobre o líquido de elevador hidráulico (como na Figura 14) devido a uma força F_1 exercido pelo êmbolo de uma das seringas sobre o líquido pode ser calculada pela equação:

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1}$$

Onde A_1 é a área de cotado do êmbolo da seringa com o líquido.

Ao ser transmitida através do líquido, de acordo com o Princípio de Pascal, o êmbolo da outra seringa no elevador hidráulico irá sentir uma pressão P_2 , sendo $P_1 = P_2$.

Logo:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Onde F_2 é a força exercida sobre o êmbolo da segunda seringa e A_2 é a área do êmbolo.

A partir dessa última equação pode-se concluir, em um elevador hidráulico ou em uma prensa hidráulica uma força pequena aplicada numa área pequena consegue equilibrar uma força grande aplicada numa área grande. Isso irá ocorrer enquanto as razões entre as forças e as áreas forem iguais.

No aparato apresentado, em um dos elevadores as duas seringas possuem êmbolos de áreas iguais. Neste poderá ser percebida a transmissão da pressão, porém as forças aplicadas para equilibrar o sistema serão iguais.

Nos outros dois elevadores, como uma das seringas possui êmbolo de maior área que a outra, além da transmissão de pressão, será possível perceber que as forças necessárias para equilibrar o sistema também devem ser diferentes.

BIBLIOGRAFIA

CAVALCANTE, Marisa Almeida; PEÇANHA, Renata; DE CASTRO TEIXEIRA, Anderson. Ondas estacionárias em cordas e determinação da densidade linear de um fio. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 2, p. 3502, 2013.

GASPAR, Alberto. Física: mecânica. São Paulo: Ática, v. 1, 2000.

GASPAR, Alberto. Física: eletromagnetismo e física moderna. São Paulo: Ática, v. 3, p. 448, 2000.

GASPAR, Alberto. Física: Ondas, óptica, termodinâmica. Ática, 2003.

MELCHIADES, Fábio G.; BOSCHI, Anselmo O. Cores e tonalidades em revestimentos cerâmicos. Cerâmica Industrial, v. 4, n. 1-6, p. 11-18, 1999.

NOGUEIRA, Fernando José. Controladores de LEDS para iluminação pública com elevado fator de potência comutados no dobro da frequência da rede elétrica. 2017.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. Curso de Física Básica: mecânica. 5. Ed, v.1. São Paulo: Blucher, 2018.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. Curso de Física Básica: fluidos, oscilações e ondas, calor. 5. Ed, v.2. São Paulo: Blucher, 2018.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. Curso de Física Básica: eletromagnetismo. 5. Ed, v.3. São Paulo: Blucher, 2018.

SANTOS, Tiago de Jesus et al. OS EXPERIMENTOS DA FÍSICA NO CAMINHÃO COM CIÊNCIA: DESCRIÇÃO E PERSPECTIVAS1. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória-ES, 2009.

MOSTRA ITINERANTE DE EXPERIMENTOS FÍSICA

NOME DO EXPERIMENTO:

SOMBRAS COLORIDAS

VOCÊ SABIA?

CORES PRIMÁRIAS

O olho humano possui receptores sensíveis às cores vermelha, verde e azul. As outras cores percebidas são combinações dessas três cores básicas.

SOMBRA

Os raios luminosos propagam-se de forma retilínea. Na região do anteparo posicionada logo atrás do objeto interceptador não há incidência da luz emitida por uma determinada lâmpada.

MOSTRA ITINERANTE DE EXPERIMENTOS FÍSICA

NOME DO EXPERIMENTO:

PERISCÓPIO

VOCÊ SABIA?

REFLEXÃO DA LUZ

Existem diversos materiais na natureza que são considerados fontes primárias de luz como o sol, uma vela acesa ou uma lâmpada, esses possuem luz própria. Outros objetos que podemos ver, que não possuem luz própria, apenas refletem a luz que incide sobre eles.

PROPAGAÇÃO RETILÍNEA DA LUZ

Os raios de luz emitidos por fontes primárias e refletidos por outros objetos propagam em linha reta. Esses raios ao incidirem sobre uma superfície plana, como um espelho, são refletidos de acordo com leis simples.

MOSTRA ITINERANTE DE EXPERIMENTOS FÍSICA

NOME DO EXPERIMENTO:

RODA - GIROSCÓPIO

VOCÊ SABIA?

MOMENTO ANGULAR

Qualquer corpo que realiza um movimento de rotação possui como característica o momento angular. A intensidade do momento angular de uma roda girando em torno do eixo está diretamente ligada a velocidade do giro e a distribuição da massa em torno do eixo.

CONSERVAÇÃO DO MOMENTO ANGULAR

Momento angular é uma grandeza que se conserva, isso faz com que a roda se oponha a forças que tentam alterar seu estado inicial, mantendo-se em equilíbrio, como ao andar de bicicleta ou moto, no vôo de um helicóptero ou no giro de um pião.

MOSTRA ITINERANTE DE EXPERIMENTOS FÍSICA

NOME DO EXPERIMENTO:

PÊNULOS – SERPENTE

VOCÊ SABIA?

PÊNULO SIMPLES

O tempo da oscilação completa de um pêndulo simples, depende apenas do comprimento do pêndulo e da aceleração da gravidade local.

MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES

Em diversas situações, móveis descrevem trajetórias lineares e tempo de oscilação constante, passando sempre pela mesma posição. Podemos perceber esse tipo de movimento nas molas de suspensão de um automóvel ou nas pequenas oscilações de pontes e grandes edifícios.

MOSTRA ITINERANTE DE EXPERIMENTOS FÍSICA

NOME DO EXPERIMENTO:

MINI BANCADA DE ÓPTICA

VOCÊ SABIA?

REFRAÇÃO DA LUZ

Prismas e lentes são feitos com matérias onde a velocidade da luz tem valor diferente da velocidade da luz no ar. Quando um raio de luz passa pela superfície de separação entre dois meios ela pode sofrer um desvio devido a mudança de velocidade.

ASSOCIAÇÃO DE ESPELHOS

Quando dois espelhos planos são associados, colocados próximos formando um ângulo entre eles, varias imagens de um mesmo objeto podem ser formadas. O número de imagens formadas depende do ângulo em que os espelhos foram associados

MOSTRA ITINERANTE DE EXPERIMENTOS FÍSICA

NOME DO EXPERIMENTO:

CIRCUITO ELÉTRICO EM SÉRIE

VOCÊ SABIA?

ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE

Nesse tipo de associação a potência dissipada por cada lâmpada é menor do que ela é capaz de dissipar, fazendo-a brilhar menos intensamente.

Isso ocorre por que a tensão total da rede elétrica principal está dividida entre todas as lâmpadas da associação.

CORRENTE ELÉTRICA

O mesmo fluxo de cargas elétricas passa por cada uma das lâmpadas. Se uma das lâmpadas for desligada ou “queimar”, as demais lâmpadas também irão se apagar.

MOSTRA ITINERANTE DE EXPERIMENTOS FÍSICA

NOME DO EXPERIMENTO:

CIRCUITO ELÉTRICO EM PARALELO

VOCÊ SABIA?

ASSOCIAÇÃO EM PARALELO

Nesse tipo de associação a potência dissipada por cada lâmpada é muito próxima a que ela é capaz de dissipar, por isso as lâmpadas brilham com maior intensidade. Isso ocorre porque cada lâmpada está ligada diretamente na rede elétrica principal.

CORRENTE ELÉTRICA

Os fluxos de carga elétrica passam por cada lâmpada independentemente umas das outras. Por isso o fato de uma delas ser desligada ou “queimada” não irá interferir no funcionamento das demais

MOSTRA ITINERANTE DE EXPERIMENTOS FÍSICA

NOME DO EXPERIMENTO:

ELEVADORES HIDRÁULICOS

VOCÊ SABIA?

PRESSÃO HIDROSTÁTICA

Da mesma forma como os corpos sólidos, os fluidos também exercem pressão. A pressão sentida por um corpo mergulhado em um fluido existe devido ao peso do fluido.

PRINCÍPIO DE PASCAL

A variação de pressão feita em um ponto de um líquido em equilíbrio, é percebida em todos os pontos do líquido.

Em um elevador hidráulico ou em uma prensa hidráulica uma força pequena aplicada numa área pequena consegue equilibrar uma força grande aplicada numa área grande.