



Universidade Federal de Goiás

Regional de Catalão – Universidade Acadêmica Especial de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

MARCOS DINIZ ROSA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Dr. Ana Rita Pereira

CATALÃO – G.O.

2018

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: Dissertação Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo do autor: MARCOS DINIZ ROSA

Título do trabalho: INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.

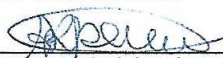
3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 30 / 09 / 2018

ANA RITA PEREIRA

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

² A assinatura deve ser escaneada.

MARCOS DINIZ ROSA

INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Ensino de Física

Linha de Pesquisa: Instrumentos para Ensinar física em sala de aula

Orientadora: Dra. Ana Rita Pereira

Catalão – G.O.

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Diniz Rosa, Marcos
INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO
BÁSICA [manuscrito] / Marcos Diniz Rosa. - 2018.
LXXIX, 79 f.

Orientador: Prof. Dr. Ana Rita Pereira.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade
Acadêmica Especial de Física e Química, Catalão, Programa de Pós
Graduação em Ensino de Física, Catalão, 2018.
Bibliografia. Anexos. Apêndice.
Inclui siglas, fotografias, abreviaturas, gráfico, tabelas, lista de
figuras.

1. Experimentação. 2. Ensino de Física. 3. Aprendizagem
Significativa. I. Pereira, Ana Rita, orient. II. Título.

CDU 37



Serviço Público Federal
Universidade Federal de Goiás
Regional Catalão

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

ATA DE DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* – MESTRADO EM ENSINO DE FÍSICA DA UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS – REGIONAL CATALÃO.

Defesa: nº 6/2018

Às quatorze horas do dia vinte e dois de agosto de dois mil e dezoito, na sala 267, Bloco M, Campus I da UFG – Regional Catalão, reuniu-se a Banca Examinadora designada pela Coordenadoria do Mestrado em Ensino de Física, composta pelas docentes: Prof. Dr. Wytler Cordeiro dos Santos, da Universidade de Brasília, UNB; Prof. Dr. Jalles Franco Ribeiro da Cunha, da Universidade Federal de Goiás – UAEF; Prof. Dr. Denis Rezende de Jesus, da Universidade Federal de Goiás - UAEF, para proceder à Defesa Pública de Dissertação intitulada “INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.”, de autoria do mestrando Marcos Diniz Rosa, matrícula 2016100986. Iniciando os trabalhos, o Presidente da sessão apresentou a Banca e o candidato ao título de Mestre. Em seguida, agradeceu a presença do público e passou a palavra ao mestrando para a apresentação do trabalho. A seguir, o Presidente concedeu a palavra aos examinadores, que passaram a arguir o candidato. A duração da apresentação do discente e a arguição dos examinadores aconteceram conforme regulamento do Programa. Ao término da arguição, a Banca Examinadora se reuniu em sessão secreta para atribuir os conceitos finais da Dissertação. Em face do resultado obtido, a Banca Examinadora considerou o candidato: Aprovado, estando Apto a fazer jus ao Título de Mestre em Ensino de Física. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata que, após lida e aprovada, será assinada pelos membros da Banca Examinadora e pelo discente. Regional Catalão, UFG, aos vinte e dois dias do mês de agosto de dois mil e dezoito. Esta defesa de Dissertação de Mestrado é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre. O diploma correspondente será emitido após cumprimento dos demais trâmites, conforme normas do Programa e legislação da Universidade Federal de Goiás.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Wytler Cordeiro dos Santos (UNB)

Parecer:

() ()

Aprovado Reprovado

Prof. Dr. Jalles Franco Ribeiro da Cunha (UFG - UAEF)

() ()

Aprovado Reprovado

() ()

Dedico este projeto a todos os educadores que sonham com um ensino de qualidade e buscam alcançá-lo de alguma maneira. Demonstrando um enorme carinho pela qualidade de ensino proposta pelo educador frente à demanda que vivenciamos nos dias de hoje.

CATALÃO – GO

2018

v

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a todas as pessoas que colaboraram para a concretização deste projeto. E não seria possível elencar todos os contribuintes que foram essenciais no contexto científico e pessoal. Dessa forma, pretendo agradecer a alguns dos principais participantes desta obra que me foram significativos.

Aos caríssimos amigos de curso, pelo apoio e incentivo que me deram.

À minha esposa Sávvia Cristina de Souza Resende, que sempre me apoiou em todos os projetos que desenvolvi em minha carreira profissional.

Agradeço à professora Dra. Ana Rita Pereira pela orientação e direcionamento do projeto no que tange às práticas de um ensino mais significativo.

Aos professores que ministram disciplinas do MNPEF, pelo compromisso com o bom andamento do curso, em particular aos professores: Dr. Paulo E. G. Assis, Dr. Júlio S. E. Ortiz, Dr. Nilton L. Moreira, Dr. Mauro A. Andreato, Dr. Denis R. de Jesus, Dr. Petrus H. R. dos Anjos, Dr. Marcionílio T. O. Silva e Dr. Paulo A. de Castro.

Agradeço à coordenação do Polo UFG do MNPEF pelo apoio no desenvolvimento do trabalho.

A Unidade Especial de Física da Regional Catalão da Universidade Federal de Goiás pelo apoio.

As Escolas Estaduais Guiomar de Freitas Costa e João Resende por ter abraçado a causa do projeto e disponibilizado todos os recursos necessários à realização desse trabalho.

A CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes.”
Isaac Newton
(1642 – 1727)

RESUMO

INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

MARCOS DINIZ ROSA

Orientadora: Dra. Ana Rita Pereira

A disciplina de Física é de difícil compreensão para muitos devido às suas abstrações, mesmo sendo tão presente no nosso dia a dia e relevante nas grandes descobertas que impulsionam o desenvolvimento em diversas áreas. Com o intuito de atrair os alunos do Ensino Básico e facilitar a aquisição dos conhecimentos da física, a presente dissertação discute e analisa a utilização de experimentos de baixo custo como recurso didático-pedagógico em uma proposta em que os experimentos elencados foram realizados com a participação ativa dos alunos. Contribuindo assim, na mediação da construção do conhecimento, ao criar relações e conexões significativas, reafirmando o compromisso social da prática educativa. Com as atividades realizadas podemos comprovar a eficácia do uso da experimentação nas aulas de Física da Educação Básica a partir da vivência em sala de aula, verificando uma melhoria no desempenho acadêmico do aluno, cujos reflexos positivos resultaram no aumento das médias escolares, podendo também auxiliar o professor na construção de aulas que despertem o interesse para aprender física.

Palavras-chave: Experimentação, Ensino de Física, Aprendizagem Significativa.

CATALÃO – GO

2018

viii

ABSTRACT

INSTRUMENTATION FOR PHYSICAL EDUCATION IN BASIC EDUCATION

MARCOS DINIZ ROSA

Orientadora: Dra. Ana Rita Pereira

The discipline of physics for many is difficult to understand due to its abstractions, even though it is so present in our day-to-day life and relevant in the great discoveries that drive development in many areas. The present dissertation discusses and analyzes the use of low-cost experiments as a didactic-pedagogical resource in a proposal where the experiments were performed with the active participation of the students of Basic Education and facilitate the acquisition of the knowledge of physics from the students. Thus contributing to the mediation of the construction of knowledge, by creating meaningful relationships and connections, reaffirming the social commitment of educational practice. With the activities carried out, we can prove the effectiveness of the use of experimentation in Basic Physics classes based on the experience in the classroom, showing an improvement in the academic performance of the student, whose positive effects resulted in an increase in school averages teacher in the construction of classes that arouse the interest to learn physics.

Keywords: Experimentation, Physics Teaching, Significant Learning.

CATALÃO – GO

2018

ix

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
UFG	Universidade Federal de Goiás
MEC	Ministério da Educação e Cultura
MRU	Movimento Retilíneo Uniforme
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
WWW	World Wide Web (Rede Mundial de Computadores)
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CFE	Conselho Federal de Educação
NBR	Norma Brasileira Registrada
SISBI	Sistema de Bibliotecas
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
QML	Quantidade de Movimento Linear
SNEF	Simpósio Nacional no Ensino de Física
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física
DIMT	Diversidade, Inclusão e Mundo do Trabalho

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1 – Foto da atividade de Lançamento de foguete – E.E. Guiomar de Freitas Costa	15
Figura 2 – Foto da atividade de Lançamento de foguete – Colégio Liceu Einstein.....	15
Figura 3 – Foto da atividade de Lançamento de foguete – Colégio Gabarito (Uberlândia).....	16
Figura 4 – Foto do momento da explosão feita pela reação química	16
Figura 5 – Foto da equipe na construção da câmara escura de orifício.....	16
Figura 6 – Foto da imagem formada em uma câmara escura de orifício	17
Figura 7 – Foto das Transformações de Energia	17
Figura 8 – Foto da atividade de Lançamento de foguete – Colégio Nacional (Araguari).....	18
Figura 9 – Foto da medição do ângulo de lançamento	18
Figura 10 – Foto da medição do ângulo de inclinação de um plano inclinado	18
Figura 11 – Foto da explicação do manuseio do plano inclinado	19
Figura 12 – Foto da explicação das características da imagem formada em um espelho plano.....	19
Figura 13 – Foto da formação de imagens em espelhos esféricos convexos	20
Figura 27 – Foto da Oficina Realizada no SNEF 2017 – USP – São Carlos	59
Figura 28 – Foto da Oficina Realizada no SNEF 2017 – Efeito Fotoelétrico	59
Figura 29 – Foto da Oficina Realizada no SNEF 2017 – Professores participantes	62

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2. ENSINO DE FÍSICA NA ATUALIDADE.....	4
2.1. A FÍSICA TEÓRICA E EXPERIMENTAL.....	5
2.2. A EXPERIMENTAÇÃO E O ENSINO DE FÍSICA	5
3. METODOLOGIAS DE ENSINO E PRÁTICA: UM MODELO DE ENSINO.....	7
3.1. PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO	8
3.2 ATIVIDADES PROPOSTAS (PRODUTO EDUCACIONAL).....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4.1. MINHA EXPERIÊNCIA COMO PROFESSOR	14
4.2. AS ESCOLAS ONDE FORAM DESENVOLVIDAS AS ATIVIDADES.....	21
4.3. PÚBLICO ALVO – ALUNOS	22
4.4. OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	24
4.4.1 – DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 1.....	24
4.4.2 – DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 2.....	28
4.4.3 – DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 3.....	32
4.4.4– DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 4.....	35
4.4.5– DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 5.....	39
4.4.6– DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 6.....	42
4.4.7– DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 7.....	45
4.4.8– DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 8.....	48
4.4.9 – DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 9.....	51
4.4.10– DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 10.....	53
4.4.11– DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 11.....	57
4.4.12 – DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 12.....	59
4.5. RESULTADOS DOS PRÉ-TESTES E PÓS-TESTES.....	61

4.6. MINHA AVALIAÇÃO DO TRABALHO PEDAGÓGICO	64
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
6. REFERÊNCIAS	73
APÊNDICES.....	75
APÊNDICE A - PRÉ-TESTE APLICADO AOS ALUNOS	76
APÊNDICE B – AVALIAÇÃO APLICADA AOS ALUNOS APÓS O ESTUDO EXPERIMENTAL	78
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE OPINIÕES	79

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Física no Brasil, ao longo do tempo, tem presenciado várias transformações na maneira de mediar os conhecimentos na sala de aula, principalmente na Educação Básica. Essas transformações foram fortalecidas pelos PCN (BRASIL, 1999; 2002), bem como pelas Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 2006), que propõem “não se prender a um modelo fechado, mas sim buscar alternativas que contribuam para esse processo, inclusive as diversificadas fontes de recursos para o ensino”.

A presente proposta busca discutir a importância do Ensino de Física na Educação Básica, analisar as suas deficiências, e o que pode ser feito para melhorá-lo, que tipo de atenção o professor em questão pode oferecer aos alunos da escola para melhorar o rendimento dos mesmos. Dentro dessa perspectiva foram elaboradas e testadas diferentes estratégias e metodologias na arte de ensinar e aprender física, cujos resultados serão analisados nessa dissertação, verificando a eficácia das mesmas. A partir dos desafios que temos passado com o Ensino de Física, fazem-se necessárias novas metodologias que despertem o interesse dos alunos e essa preocupação têm norteado inúmeros professores de todo mundo.

Neste trabalho apresentamos algumas dicas de como lidar com as dificuldades apresentadas em sala de aula para o ensino de Física. Como sabemos que a Física é uma ciência que evoluiu sempre associada à prática experimental, a experimentação será utilizada para uma melhor compreensão, comprovação e aprimoramento dos conhecimentos adquiridos pelos alunos. Ao longo do desenvolvimento do projeto buscaram-se estratégias diferenciadas, visando melhor aproveitamento do tempo das aulas de Física e do espaço físico da escola, para a realização de atividades que levem à concretização do aprendizado dessa disciplina. O enfoque dado em todas as atividades propostas e articuladas com os estudantes da escola foi visando despertar o interesse dos alunos por essa área do conhecimento, mostrando o quão importante é a Física e como ela está presente em tudo no nosso dia a dia. Com isso pretende-se inculcar nos alunos uma visão crítica da sociedade e do ambiente, o que possibilitará ao aluno o desenvolvimento da capacidade crítica e a habilidade de tomar decisões importantes em suas vidas, assim como o tornará apto a identificar fenômenos físicos sob a mais diferente formas em que estes se apresentam na natureza (ARAÚJO e ABIB, 2003).

A ideia central a ser trabalhada é de transmitir aos educandos a noção de que Física não é “matemática aplicada”, pois é essa a visão cultivada por muitos estudantes da educação básica. E de certo modo a Física se apresenta para esses estudantes como sendo o “monstro” do ensino médio, pois

nas aulas o uso da memorização é bastante utilizado, com o “decoreba” de inúmeras fórmulas matemáticas usadas na resolução de problemas similares aos resolvidos como modelo pelo professor. Isso não é correto e, enquanto professores de Física, temos a obrigação de tentar mudar essa realidade, pois os cálculos matemáticos realizados na Física são consequência de resultados teóricos e práticos relacionados à interpretação dos fenômenos naturais.

A experimentação é proposta e utilizada como excelente estratégia de ensino, mostrando-se muito eficaz na arte de ensinar e aprender Física, conforme é mostrado por diversos autores (SBF - Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física - MNPEF, 2018; LEFRANÇOIS, 2013; EIRAS, 2011; FONSECA et al., 2011; BARROS e HOSOUME, 2008; ANDRADE, 2007; PIETROCOLA, 2005; ARAÚJO E ABIB, 2003; BORGES, 2002; MOREIRA E AXT, 1992).

De acordo com Araújo e Abib:

“No que se refere ao grau de direcionamento das atividades, acredita-se que, de um modo geral, a utilização adequada de diferentes metodologias experimentais, tenham elas a natureza de demonstração, verificação ou investigação, pode possibilitar a formação de um ambiente propício ao aprendizado de diversos conceitos científico sem que sejam desvalorizados ou desprezados os conceitos prévios dos estudantes” (ARAÚJO e ABIB, 2003).

Logo, atividades experimentais podem provocar questionamentos sobre os resultados verificados experimentalmente, o que condiz ou não com o que foi previsto teoricamente, e essa observação na “prática”, pode ser usada também para discutir com os alunos os processos de descobertas científicas que resultaram nos conteúdos curriculares estudados. Os questionamentos levantados com o uso dos experimentos podem levar o aluno a entender a importância da Física no seu dia a dia e como isso contribui para a sua vida e para a sua formação acadêmica. Ao realizar um experimento e obter as respostas condizentes com a teoria que descreve os fenômenos envolvidos, o conteúdo será mais assimilado e contribuirá para melhorar suas notas, além de propiciar uma alfabetização científica mais eficaz.

Conforme foi citado anteriormente, a realização de experimentos relacionados aos conteúdos estudados na sala de aula ajuda a despertar a curiosidade dos jovens estudantes, e isso poderá motivá-los a buscar entender melhor os fenômenos relacionados ao conteúdo visto em sala de aula. Assim elaboramos várias atividades experimentais para serem desenvolvidas com os alunos nas diferentes séries da Educação Básica, visando mostrar diferentes fenômenos físicos. Aqui apresentamos essas atividades e relatamos a sua utilização na escola.

Este trabalho se organiza da seguinte maneira: no capítulo 2, abordaremos como tem sido o ensino de Física na atualidade, mostrando a divisão da disciplina em duas modalidades: Física Teórica e Experimental e ressaltamos a importância de cada uma no contexto da sala de aula. No Capítulo 3, mostraremos como a experimentação é de extrema importância para se aprender Física de forma mais significativa, indicando algumas metodologias de Ensino com o uso de experimentos de materiais alternativos (de baixo custo) e fazendo uma descrição das atividades propostas. No capítulo 4, relataremos onde e como foram desenvolvidas as atividades propostas, descrevendo a metodologia utilizada, analisando as vantagens e desvantagens, os resultados obtidos com a aplicação do nosso produto na sala e também será verificada a opinião dos alunos em relação às atividades realizadas. E por fim, no capítulo 5, as considerações finais sobre o trabalho realizado e apontaremos algumas perspectivas futuras sobre todo o projeto desenvolvido.

2. ENSINO DE FÍSICA NA ATUALIDADE

O Ensino de Física na educação atual requer professores preparados e dispostos a desenvolverem práticas que sejam eficazes para o aprendizado dos alunos, além de mostrarem e analisarem as interações da ciência com o mundo em que vivemos. Ademais, podemos perceber que os alunos hoje vivem em uma era inovadora e criativa, e assim competem a nós, professores, entender e tornar o processo de ensino-aprendizagem mais significativo para eles.

É notório que o ensino de Física requer atenção, pois notamos o baixo rendimento dos alunos nas escolas públicas e, nota-se a ausência de discussões sobre as práticas inovadoras que estimulem o interesse do aluno em sala de aula.

Sobre as aulas ministradas nas escolas, notamos que o local destinado às práticas propostas muitas vezes são ineficazes ou inexistentes. O projeto aqui proposto atende às necessidades das instituições, pois requer tão somente um espaço físico simples como a sala de aula e os arranjos experimentais propostos são feitos com materiais de baixo custo.

Outro fator que prejudica e deprecia o bom andamento das aulas de Física é o fato de que os alunos não possuem o domínio da matemática básica e nem sabem interpretar textos da forma que se faz necessária para o entendimento da linguagem da Física. Somado a isso, nota-se também a falta de interesse dos escolares nas aulas tradicionais que é da forma como a Física é abordada na maioria das vezes. Isso tudo resulta no ensino de Física deficitário e de má qualidade visto na Educação Básica na atualidade.

Sabemos que a Física subdivide-se em Experimental e Teórica. A Física Experimental é uma sondagem das propriedades da matéria, seu movimento e transformações, através de observações e medidas dos aspectos quantitativos relevantes, estudada através de experimentos elaborados e montados para estudar determinado fenômeno. A Física Teórica visa a incorporação dos resultados experimentais em teorias consistentes, capazes de articular elementos novos com aqueles já conhecidos, representando-os segundo estruturas lógicas abrangentes que recorrem a um conjunto mínimo de postulados e princípios gerais, normalmente através da linguagem matemática. Enseja também a previsão de fenômenos e comportamentos novos e a formulação da teoria dos instrumentos de medida, essencial para o desenvolvimento do método experimental. Os dois tipos de abordagem se acham em todos os campos e divisões da Física (TAVARES, 2014).

2.1. A FÍSICA TEÓRICA E EXPERIMENTAL

A Física Teórica requer grande capacidade de abstração (imaginação) e domínio das ferramentas matemáticas, perseverança na superação de dificuldades, para realizar os cálculos necessários para a comprovação de um modelo científico. Para responder às questões que são apresentadas, a Física requer inicialmente uma observação cuidadosa dos fenômenos, bem como a análise dos fatores que podem influir sobre eles. Após a consideração de um fato concreto, chega-se a um raciocínio e se enuncia uma hipótese de trabalho capaz de explicar o fenômeno observado, de uma maneira indutiva ou dedutiva (TAVARES, 2014).

No método científico, a comprovação de todo conhecimento é o experimento. Postulam-se assim leis cuja validade reflete o êxito ou fracasso diante dos resultados experimentais. Finalmente, chega-se à formulação de uma teoria e a sua expressão matemática. Se a hipótese apresentada teoricamente conseguir explicar grande número de dados experimentais, terá a categoria de lei natural (BARROS, 2016). A partir dos resultados conhecidos, podem-se deduzir novas leis, de forma teórica, que logo deverão ser comprovadas experimentalmente.

Os resultados de uma experiência física podem ser descritos por meio de tabelas, gráficos e equações. Os dois primeiros mostram os dados obtidos no experimento e a relação entre eles, enquanto as equações permitem generalizar os conhecimentos obtidos ao estudar o fenômeno como um todo. De modo geral, as leis da natureza têm expressão matemática simples. As expressões mais complicadas aparecem quando o fenômeno estudado envolve fatores não conhecidos perfeitamente.

2.2. A EXPERIMENTAÇÃO E O ENSINO DE FÍSICA

A experimentação, várias vezes, vem antes da teoria e a reprodução do fenômeno sob condições previamente preparadas e cuidadosamente controladas podem concretizar de maneira mais eficaz o Ensino de Física. A Física experimental exige alta engenhosidade, conhecimento de técnicas variadas, habilidade de planejamento experimental,

O ensino experimental de Física é de extrema importância para o aprendizado, pois é a partir dele que o aluno poderá criar e vivenciar situações que possibilitarão deduções e críticas sobre os resultados encontrados em seus experimentos, através da observação na “prática”. Nesse processo,

esse jovem questionará a importância desses conteúdos para o seu conhecimento de mundo e como isso contribui para sua vida e sua formação acadêmica.

Se ele obtém respostas satisfatórias sobre os fenômenos envolvidos o conteúdo aprendido contribuirá para melhorar seu rendimento nas avaliações a que será submetido. Mas se as respostas não forem satisfatórias, essas atividades poderão despertar no estudante a curiosidade e a necessidade de encontrar uma explicação lógica e coerente para o fenômeno investigado.

A prática experimental desperta o interesse do educando frente às dificuldades encontradas durante o aprendizado de física, além de evidenciar alguns conceitos fundamentais para o estudo sistemático e quantitativo dos fenômenos físicos, mostra como as leis e teorias físicas são construídas, o que contribui para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais eficaz.

Diante dos desafios que vivenciamos hoje, cabe a nós direcionar a experimentação no ensino de Física de forma gradativa e com materiais alternativos que sejam de baixo custo de maneira a despertar o interesse e encantar os educandos, afim de que sintam vontade de fazerem parte do processo de ensino-aprendizagem da Física. O produto aqui apresentado é uma proposta de Ensino de Física de maneira lúdica e criativa.

3. METODOLOGIAS DE ENSINO E PRÁTICA: UM MODELO DE ENSINO

A educação pública tem enfrentado grandes desafios, em particular nos níveis fundamental e médio, devido a toda uma problemática que vai dos baixos salários pagos aos profissionais dessa área até a falta de uma infraestrutura adequada nas escolas. Em relação ao Ensino de Física, a situação é mais catastrófica ainda, pois as aulas, em geral, ainda seguem o modelo tradicional de aulas expositivas, nas quais os alunos fazem uso de inúmeras fórmulas matemáticas para resolver problemas que seguem um modelo resolvido previamente pelo professor. Isso provoca o desinteresse e o repúdio às aulas de Física, mostrando que para mudar essa realidade, faz-se necessário a criação de modelos de ensino que despertem o interesse dos educandos pela Física. Mas qualquer proposta, como o uso de experimentos, além de serem adequados à nossa realidade deve estar de acordo com as diretrizes curriculares do Ensino Fundamental e Médio, que determinam e direcionam os conteúdos e as práticas educacionais do professor em sala de aula.

As aulas tradicionais, pelas quais fomos educados, tiveram importância para a formação dos conceitos científicos das gerações passadas. Porém, hoje, frente às mudanças ocorridas na sociedade, em especial devido ao fácil acesso às novas tecnologias de informação e comunicação, torna-se necessário usar as ferramentas disponíveis para a geração de nativos digitais, que conta com diversos recursos para incentivar o aprendizado nos dias de hoje. É bem comum depararmos com diversos modelos de ensino que visam despertar o interesse do estudante na sala de aula. E o uso da experimentação oferece aos professores sugestões de técnicas de pesquisa a serem realizadas extraclasse, tornando os alunos mais independentes e podem levá-los a procurar se aprofundar mais no assunto abordado.

Atualmente as escolas trabalham num regime em que o número de aulas de Física é insuficiente e o número de alunos é excessivo, o que afeta a qualidade da educação. A maior dificuldade que encontramos em uma turma com um número de alunos excessivo é a identificação dos alunos com maior dificuldade de aprendizagem e/ou falta de interesse pelo assunto. Geralmente os alunos não entendem o que o professor está ensinando e o professor, em geral, assume que se o aluno sai mal nas avaliações é porque não se dedicou o bastante para obter a nota necessária para a aprovação e conclusão da disciplina. Entretanto sabemos que cada aluno aprende de uma maneira diferente e muitas vezes o professor ministra as aulas de uma única forma, achando que está ensinando a todos, e não percebe que sua metodologia não está contribuindo para o aprendizado do aluno, que é parte

importante do processo de ensino-aprendizagem e, nesse caso, o professor tem que considerar que o tempo para a adaptação ao método de ensino pode ser diferente para cada aluno.

Devemos sempre inovar e renovar as nossas práticas pedagógicas aplicadas ao processo educativo, promovendo uma reflexão acerca do que acreditamos que o aluno realmente está aprendendo e como esse aprendizado contribuirá para que ele seja um sujeito pleno, consciente de seus direitos e deveres, apto a fazer parte da sociedade como um todo. Por essas razões ressaltamos que a prática experimental, não tem por intuito substituir as aulas presenciais e tradicionais, mas propor outras estratégias de ensino que complementem e modernizem as práticas pedagógicas existentes, pois, a prática experimental auxilia tanto o professor quanto o aluno, porque este último ao experimentar e vivenciar na prática, mesmo com experimentos simples, o fenômeno mostrado na aula tradicional pode entender melhor o conteúdo e sua relação com o seu cotidiano.

Assim fizemos uso da experimentação nas aulas a fim de contextualizar e em alguns casos comprovar conceitos Físicos que, na maioria das vezes, não são assimilados por grande parte dos educandos. O produto proposto visa auxiliar o professor para ministrar suas aulas de forma a despertar mais interesse no Ensino de Física.

3.1. PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO

Com a tecnologia cada vez mais presente em nosso cotidiano, a dependência de aparatos científicos e tecnológicos sofisticados cresce de forma acelerada, demandando uma alfabetização científica mais efetiva que possibilite o exercício da cidadania, exigindo que as pessoas se posicionem e discutam questões polêmicas como, por exemplo, as estratégias para investimentos energéticos, o problema das radiações eletromagnéticas em torres de alta energia que cortam as cidades, o uso de alimentos transgênicos, dentre tantas outras que podemos mencionar. Saber se posicionar frente a essas demandas, exercendo de forma plena a cidadania, exige um olhar crítico de um sujeito alfabetizado cientificamente, e isso torna o ensino das Ciências fundamental no processo de formação da cidadania. Mas isso também demanda além de um ensino de Ciências de qualidade, questionamentos sobre quais os limites e possibilidades do conhecimento científico.

É pensando e refletindo sobre a Ciência que os alunos poderão, no futuro, enfrentar novas questões científicas, mesmo trabalhando em áreas completamente distantes do meio de produção

científica e tecnológica. Assim, trazer a reflexão da Ciência para a sala de aula é tarefa de todos educadores envolvidos com a educação científica.

Isso pode ser feito via diferentes estratégias e metodologias de ensino, como por exemplo, problematizar a Ciência e a tecnologia a partir da discussão histórico-filosófica de sua construção, usar o lúdico, usar a experimentação ou mesmo as tecnologias de informação e comunicação nas aulas de Física, e assim permitir ao educando o contato com a Ciência nos diferentes aspectos de evolução. A estratégia que tenho adotado ao longo dos últimos quinze anos é escolher certos momentos cruciais do desenvolvimento da Ciência, e, no nosso caso, da Física, para serem abordados de forma lúdica e essas atividades têm se mostrado muito pertinentes para fazer com que os alunos se dediquem nas atividades que aqui propomos com o objetivo de tornar o Ensino de Física mais significativo e interessante.

De acordo com Pinho Alves (2000), o cotidiano do ser humano é muito ligado à experiência, que retrata a atitude do homem que busca organizar seus pensamentos na construção de elementos que organizam as respostas sobre as coisas que o rodeiam e sobre si mesmo.

“A experimentação é um fazer elaborado, construído, negociado historicamente, que possibilita através de processos internos próprios estabelecerem “verdades científicas”. Assim (...) passaram [os investigadores] a dar importantes contribuições para a nova tendência ao experimentalismo, pois um dos traços característicos da revolução científica é a substituição de “experiência” evidente por si mesma que tornava a base da filosofia natural escolástica por uma noção de conhecimentos especificamente concebidos para esse propósito” (HENRY, 1998 apud PINHO ALVES, 2000, p.150).

O material produzido poderá ser usado de maneira a despertar inicialmente a vontade de aprender, pois,

“com o engajamento dos alunos no conteúdo antes mesmo do encontro com o professor na classe, fica para trás aquele modelo de estudante passivo que apenas ouve e faz anotações. A aula passa a ser, assim, mais dinâmica, pois os alunos chegam com muitas dúvidas a serem esclarecidas e dispostas a debater” (JONATHAN, 2007).

A expectativa é tornar nossa proposta mais acessível a outras escolas e nossa meta é ampliar o escopo desse trabalho através da produção de um site com bancos de ideias e espaço para troca de experiências com os demais docentes de Física. As práticas experimentais propostas estão publicadas no meu site (www.fisicadiniz.com) para auxiliar o professor em aulas mais dinâmicas e criativas, onde podemos fazer parte da construção do conhecimento.

A seguir são apresentadas as atividades experimentais propostas e desenvolvidas de maneira a auxiliar o professor em sala de aula de forma a induzir o mesmo na construção de novas metodologias de Ensino de Física para o Ensino Básico.

3.2 ATIVIDADES PROPOSTAS (PRODUTO EDUCACIONAL)

O quadro abaixo sintetiza as atividades pensadas e trabalhadas de acordo com os conteúdos específicos de cada série da Educação Básica.

QUADRO 1 – Atividades propostas com seus objetivos de acordo com a série a ser trabalhada.

ATIVIDADE REALIZADA	OBJETIVO	SÉRIE
CRIANDO UM SISTEMA DE UNIDADES	Mostrar a importância de saber medir grandezas, criar um sistema de unidade padrão e entender a necessidade de adotar um sistema internacional de medida.	9ª Ano do Ensino Fundamental II
CONSERVAÇÃO DO MOMENTO LINEAR	Ilustrar que na colisão frontal entre um objeto em movimento e outro em repouso, o objeto em movimento transfere todo ou parte de seu movimento ao objeto que estava parado e poderemos também recordar dos conceitos relacionados à conservação de energia mecânica.	1ª Série do Ensino Médio
SUBINDO EM LÂMPADAS	Relacionar o conceito de Pressão com a área de contato	2ª Ano do Ensino Médio
ELEVADOR HIDRÁULICO	Demonstrar o funcionamento de um elevador hidráulico	2ª Série do Ensino Médio
DILATAÇÃO TÉRMICA	Mostrar que a dilatação térmica está relacionada com o material a ser aquecido.	2ª Ano do Ensino Médio

PRINCÍPIO GERAL DAS TROCAS DE CALOR	O objetivo do experimento é calcular o calor específico de um material desconhecido (material homogêneo).	2ª Ano do Ensino Médio
CÂMARA ESCURA DE ORIFÍCIO	O experimento tem por objetivo a construção de uma câmara escura onde é possível observar a imagem da chama de uma vela sendo projetada em seu interior.	2º Ano do Ensino Médio
REFLEXÃO LUMINOSA 1	Observar a reflexão e comprovar as leis que regem este fenômeno	2º Ano do Ensino Médio
REFLEXÃO LUMINOSA 2	Mostrar que os ângulos de incidência e reflexão são iguais no mesmo meio, mas visualizando o trajeto dos raios luminosos.	2º Ano do Ensino Médio
ESPELHOS EM ÂNGULOS	O objetivo do experimento é demonstrar que a associação de espelhos pode multiplicar imagens, ou seja, podemos aparentemente ter a reflexão de um objeto refletido.	2º Ano do Ensino Médio
MECÂNICA GERAL	Apresentar aplicações específicas sobre as Leis de Newton, estudo sobre o movimento harmônico simples e o princípio de Arquimedes.	3º Ano do Ensino Médio
O EFEITO FOTOELÉTRICO	- Construir uma sequência didática sobre o <i>efeito fotoelétrico</i> utilizando ferramentas de baixo custo que proporcionem uma aprendizagem significativa e contextualizada para o aluno.	3º Ano do Ensino Médio
	- Relacionar três disciplinas da Física: Equilíbrio de corpo extenso, Processos de	

Eletrização e Efeito Fotoelétrico no contexto do Efeito apresentado.

Os experimentos foram pensados e preparados para serem realizadas com alunos do Ensino Básico, tendo por base a compreensão das leis e princípios fundamentais para o ensino de alguns conteúdos de Física. Essas atividades têm o propósito de alcançar uma melhor interação entre o Ensino de Física e o educando de maneira a facilitar o entendimento dos conceitos abordados pelo professor. Há um roteiro para cada atividade, permitindo que o docente possa analisar a eficácia da realização da mesma, podendo adotar métodos mais eficientes de montagem e execução dos experimentos trabalhados, orientando os escolares sobre o fenômeno físico estudado e ensinando como alcançar e analisar os resultados obtidos.

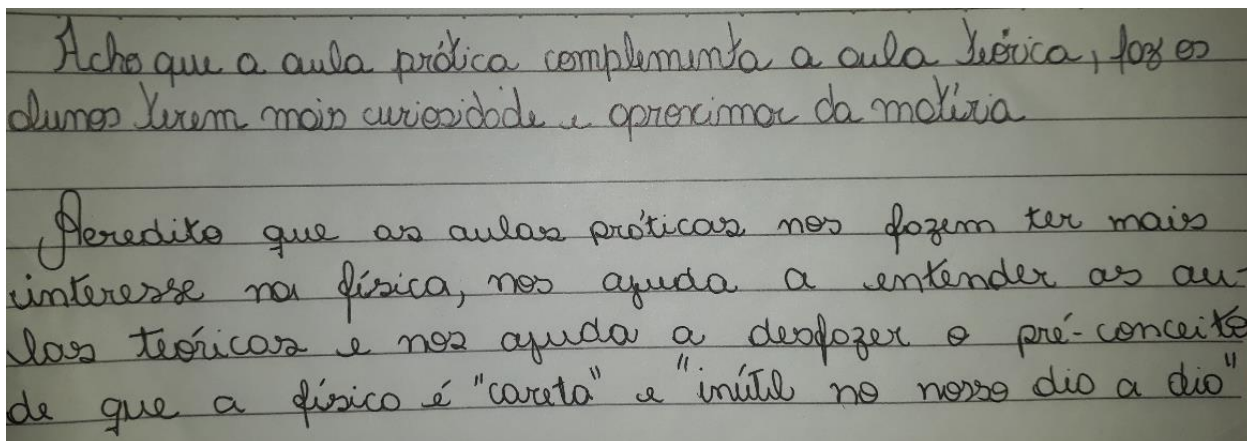
As atividades aqui propostas fazem parte do trabalho desenvolvido no curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), no polo UFG, na Regional Catalão da Universidade Federal de Goiás (RC – UFG). Com o mestrado profissional as atividades realizadas foram desenvolvidas nas Escolas Estaduais Guiomar de Freitas Costa e João Rezende, localizadas em Uberlândia - MG, sendo que os experimentos propostos e realizados foram elaborados para serem montados com materiais recicláveis, de fácil aquisição, e, por serem de baixo custo, não onera a escola e não há a necessidade de uma infraestrutura sofisticada para a realização das atividades.

As atividades foram pensadas para serem realizadas com pequenos grupos, de forma a garantir a participação ativa de todos na realização do experimento, o que possibilita uma maior interação entre eles com trocas de experiências ricas que contribuem para o aprendizado de todos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, apresentamos qualitativamente os resultados das atividades realizadas nas escolas, onde buscamos identificar os pontos favoráveis e desfavoráveis da nossa proposta enquanto ferramenta de ensino, tanto em relação à sua estrutura quanto em relação ao seu funcionamento, suas possibilidades e seus efeitos motivacionais.

É perceptível que a utilização de práticas experimentais em sala de aula auxilia na aprendizagem dos alunos, pois se trata de um recurso que além de ser chamativo, é diferente do método tradicional e induz o aluno a raciocinar, buscar entender o que está se passando em um experimento e associá-lo com os conceitos relacionados, ou seja, ajuda no desenvolvimento de suas aptidões e permite o melhor entendimento do assunto abordado, resultando em um conhecimento mais significativo e concreto. Notamos que os alunos se interessaram mais por esse tipo de aula e cabe ao professor apresentar o assunto com um problema ou uma questão que o aluno tenha interesse em resolver, que se sinta motivado para encontrar uma solução. Constatamos que a fala do aluno 1, um dos alunos que participaram das atividades experimentais, reflete a importância desse tipo de abordagem.



Aluno 1

A minha experiência, descrita a seguir, acumulada ao longo da minha vida como docente motivou a elaboração e execução das atividades que compõem o meu produto educacional.

4.1 - MINHA EXPERIÊNCIA COMO PROFESSOR

Iniciei minha carreira profissional como professor em 1998, ao ingressar por transferência do curso de Matemática para a graduação em Licenciatura plena em Física na Universidade Federal de Uberlândia – M.G, e logo comecei a lecionar na rede pública estadual, na cidade de Uberlândia, como professor de Física na Escola Estadual Guiomar de Freitas Costa.

No ano de 1999, comecei a lecionar no Colégio Anglo de Uberlândia e, desde essa época desenvolvi pequenos projetos nos quais os alunos realizavam experimentos de Física sob a minha orientação, e posteriormente poderiam auxiliar os professores de Física em sala de aula.

No ano de 2001, transferei de escola, dentro da rede pública para a Escola Estadual Ignácio Paes Lemes, onde passei a trabalhar numa região mais central da cidade. De 2001 a 2003 atuei também como professor no Minicurso de Física da Universidade Federal de Uberlândia, num projeto para ensinar Física aos alunos da rede pública da região.

A partir de 2002, comecei a trabalhar em diversas escolas particulares de Uberlândia e região como Anglo, Espectro, Objetivo, e pude notar que existia uma carência no interesse em aprender Física por parte dos alunos, e para estimulá-los, sempre fiz o uso de experimentos simples e/ou simuladores de fenômenos físicos em sala de aula.

Em 2005 atuei como professor de Física nos Colégios: Mais Positivo, Colégio Ressurreição Nossa Senhora e Kepler e, nessa época, tomei posse no meu cargo de professor na rede pública do Estado de Minas Gerais na Escola Estadual Teotônio Vilela. Em 2009, comecei a trabalhar no Colégio Nacional de Araguari e Nacional de Uberlândia, MG, adicionados a vários projetos no âmbito social aplicados nas cidades mencionadas. Em 2011 retornei para a Escola Estadual Guiomar de Freitas Costa, com projetos baseados em materiais reciclados.

Na figura abaixo são mostrados registros desses momentos, mostrando uma atividade experimental desenvolvida com alunos do 1º ano do Ensino Médio sobre lançamento de foguetes para comprovar a obtenção de melhor alcance, após estudos realizados em sala de aula.



Figura 1 – Foto da atividade sobre Lançamento de Foguete, realizada na E.E. Guiomar de Freitas Costa (Fonte: Arquivo pessoal)

Em 2013, passei a trabalhar também na cidade de Uberaba (MG), nas escolas Opção, Liceu Einstein e, posteriormente, também no Colégio Gabarito de Uberaba e Uberlândia em 2014. Nas figuras de 2 a 4, são mostrados registros da atividade prática de lançamento de foguetes, desenvolvidas em diferentes escolas.



Figura 2 - Foto da atividade sobre Lançamento de Foguete, realizada no Colégio Liceu Einstein (Fonte: Arquivo pessoal)



Figura 3 - Foto da atividade sobre Lançamento de Foguete, realizada no Colégio Gabarito de Uberlândia. (Fonte: Arquivo pessoal)



Figura 4 - Foto da atividade sobre Lançamento de Foguete, registrando o momento da explosão feita pela reação química. (Fonte: Arquivo pessoal)

Ao longo dos anos foram realizadas outras atividades experimentais, como por exemplo, a câmara escura de orifício, desenvolvida pelos alunos do 1º Ano do Ensino Médio no Colégio Gabarito de Uberlândia (MG), registradas nas imagens abaixo.



Figura 5 - Foto da equipe construindo uma câmara escura de orifício. (Fonte: arquivo pessoal)

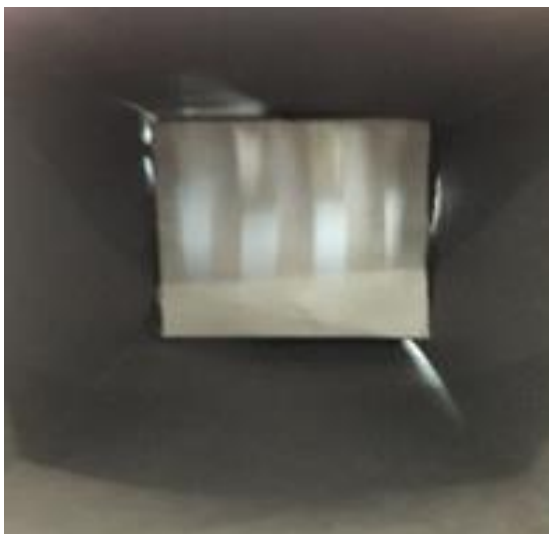


Figura 6 - Foto da imagem formada em uma câmara escura de orifício. (Fonte: Arquivo pessoal)

A figura 7 mostra fotos do Projeto de Escola Interativa (DIMIT), inserido no ano de 2016 nas reformulações da Educação de Jovens e Adultos (EJA), em que os alunos apresentaram soluções para a obtenção de energia térmica utilizando energia solar.

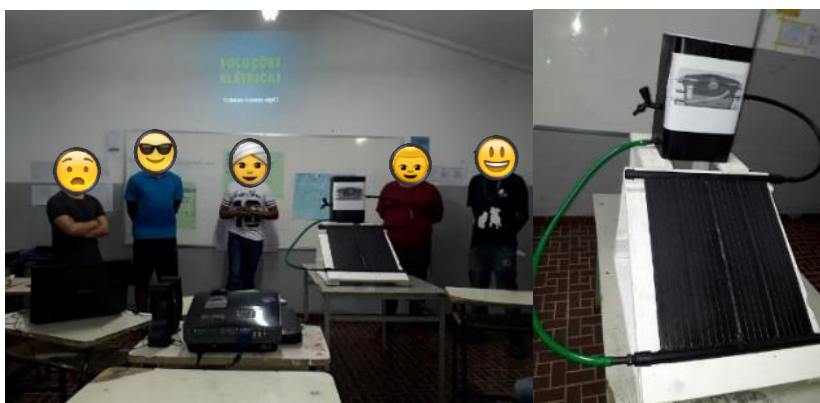


Figura 7 - Foto da atividade sobre Transformações de Energia, realizada na Escola Estadual Guiomar de Freitas Costa. (Fonte: Arquivo pessoal)

Atualmente leciono nas Escolas João Resende, Gabarito Uberaba e Uberlândia, Nacional Araguari, Colégio Ressurreição Nossa Senhora e Cursos e Concursos ICL Uberlândia. E, ao longo da minha carreira docente, sempre procurei utilizar atividades experimentais, a fim de estimular o interesse dos alunos e tornar as aulas de Física mais significativas. As figuras abaixo mostram registros dos vários experimentos que realizei com os alunos ao longo dos anos.



Figura 8 - Foto da atividade sobre Lançamento de Foguete, realizada no Colégio Nacional de Araguari.(Fonte: Arquivo pessoal)



Figura 9 - Foto dos alunos medindo o ângulo de lançamento do foguete, numa atividade realizada no Colégio Nacional (Araguari). (Fonte: Arquivo pessoal)

Experimento realizado com os alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental do Colégio Ressurreição Nossa Senhora em Uberlândia (MG), que retrata a utilização das funções em um Movimento Uniformemente Variado em um plano inclinado.



Figura 10 - Foto da atividade de medição do ângulo de inclinação de um plano inclinado. (Fonte: Arquivo pessoal)



Figura 11 - Foto do professor explicando como manusear o plano inclinado. (Fonte: Arquivo pessoal)



Figura 12 - Foto da atividade realizada para explicar as características da imagem formada em um espelho plano. (Fonte: Arquivo pessoal)

Na figura 13, podemos verificar uma demonstração simples feita na Escola Estadual João Rezende (MG), para demonstrar a formação de imagem virtual e direita, formada em um espelho esférico convexo.



Figura 13 – Foto da atividade realizada para demonstrar a formação de imagens em espelhos esféricos convexos. (Fonte: Arquivo pessoal)

Durante a minha carreira, como professor, sempre tentei motivar os educandos no ato de aprender Física. O desenvolvimento de práticas experimentais permite que os professores sejam mais assertivos, criativos e alcancem as habilidades propostas na BNCC.

E considerando o MNPEF, organizei algumas atividades experimentais, contemplando alguns assuntos básicos da Física, e isso foi pensado de modo a auxiliar os professores em sua montagem, porém vale ressaltar que o papel deles é sempre buscar mecanismos que possam atingir o educando de forma mais eficaz. Verifiquei que o método apresentado auxilia no melhor aprendizado de acordo com alguns depoimentos de alunos:

Marcos Piniz,
Após as aulas de laboratório
compreendi conteúdos que pensava
que nunca iria compreender. Fiquei
muito satisfeito com os resultados
proporcionados.

Aluno 2

Marcos Diniz, com sua aula de laboratório eu consegui absorver com mais clareza e facilidade as informações sobre a devida matéria, antes do experimento eu não entendia NADA da matéria e agora eu consegui fazer o exercício. 😊

Aluno 3

Sou aluna da professora Marcos Diniz e com suas aulas no laboratório parecei que além da aula ser legal, ela rende mais e facilita o entendimento, depois de fazer os experimentos na prática, as contas ficam mais claras, eu consigo entender mais a matéria depois que começamos ter acesso ao laboratório de física.

Aluno 4

4.2 - AS ESCOLAS ONDE FORAM DESENVOLVIDAS AS ATIVIDADES

A pesquisa foi realizada nas Escolas Estaduais Guiomar de Freitas Costa e João Rezende na cidade de Uberlândia no estado de Minas Gerais, nas quais ministrou aulas de Física. Essas escolas não têm uma infraestrutura essencial para o desenvolvimento de experimentos mais sofisticados. De acordo com o Senso Escolar as escolas públicas mineiras estão longe do ideal e, mostram que apenas 28,5% das escolas estaduais mineiras têm laboratório de Ciências.

“A boa infraestrutura das escolas é insumo fundamental para se garantir uma educação de qualidade. Não adianta termos currículos definidos, se não temos laboratórios para que os professores tenham instrumentos para uma educação de ciências. Não há plena qualidade de educação, se crianças com deficiência não são incluídas (PELLANDA – 2016).”

E para o desenvolvimento das práticas experimentais foi necessário o apoio dos alunos e das escolas, mesmo com a ausência de laboratórios. E com a proposta que apresentamos não houve dificuldades em realizar tais aulas, até porque podem ser realizadas em sala de aula.

Um dos fatores que contribui para o bom funcionamento das atividades propostas é um espaço físico adequado e para isso necessitou-se da divisão das salas no momento das práticas experimentais. Isso ocorre porque as escolas públicas, de modo geral, não possuem boa infraestrutura, mas o modelo proposto requer tão somente a força de vontade do professor em realizar tais práticas que na maioria das vezes são confeccionadas com materiais reciclados.

4.3 - PÚBLICO ALVO - ALUNOS

Nossos alunos da Rede Pública têm vontade de aprender apesar de possuírem uma defasagem nos conceitos básicos estudados no Ensino Fundamental, principalmente quando têm que fazer interpretação de textos e utilizar as ferramentas matemáticas que são primordiais para um bom desempenho no Ensino de Física.

Os alunos das escolas onde foram desenvolvidas as atividades aqui relatadas são da região central/periferia da cidade de Uberlândia, e fazem parte de extratos sociais baixo/medianos em termos sociais e culturais. Nossa opção foi trabalhar com atividades que contemplassem do nono ano até o terceiro ano do Ensino Médio. E o que me motivou a buscar novas formas de ensino-aprendizado foi devido à percepção de que os alunos possuem uma deficiência de concentração em sala de aula e apresentam grande dificuldade nas operações básicas da matemática. E com as práticas experimentais notamos que o interesse pelo Ensino de Física ficou mais significativo, além de se interessarem pelas provas matemáticas a fim de provar um conceito/teoria.

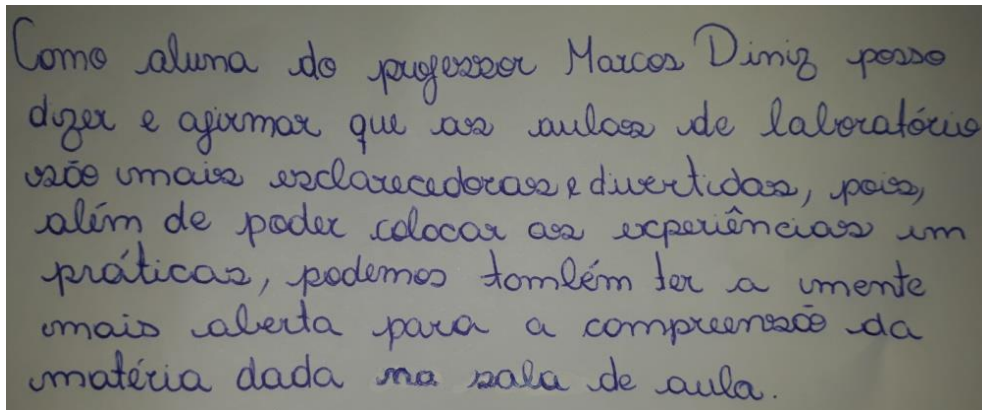
Nota-se que os alunos sempre valorizam a aula quando fazem parte da atividade proposta, pude constatar isso em alguns depoimentos assim apresentados:

Após a aula de laboratório com o professor Marcos Diniz, posso confirmar que, como aluna, o entendimento da matéria se torna muito mais fácil e claro com as demonstrações feitas. A aula fica muito mais interessante e divertida, captando, assim, mais atenção dos alunos.

Aluno 5

Aulas práticas e dinâmicas como as planejadas pelo professor Marcos Diniz, são muito boas, principalmente para mim que sou uma aluna declaradamente de humores e sempre tive muita dificuldade em física. Eu já me lembro de quantas vezes ouvi o professor dizer "física é uma matéria chata". Porém as aulas mais práticas e dinâmicas fizeram com que meu conceito sobre essa matéria mudasse e com isso os meus notas melhorarem.

Aluno 6



Como aluno do professor Marcos Diniz posso dizer e afirmar que as aulas de laboratório são mais esclarecedoras e divertidas, pois, além de poder colocar as experiências em práticas, podemos também ter a mente mais aberta para a compreensão da matéria dada na sala de aula.

Aluno 7

4.4 - OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Apresentamos aqui o resultado da realização das atividades que propomos como uma ferramenta pedagógica para o Ensino de Física para a Educação Básica, que constitui em usar a experimentação como motivação do aprendizado da Física. Os experimentos propostos são fáceis de serem montados, mas sua utilização requer certo preparo e criatividade do professor para saber o momento certo para abordar os conteúdos experimentalmente e relacioná-los às aulas expositivas, de forma que a experimentação seja utilizada de forma a enfatizar e discutir mais profundamente determinados conceitos de Física. Para construir essa proposta, as atividades foram selecionadas criteriosamente de maneira a corresponder ao tema e despertar a curiosidade e o interesse dos alunos. Algumas figuras, gráficos e tabelas foram produzidas pelo professor, outras foram retiradas de livros e sites da internet. Abaixo segue a descrição e análise do desenvolvimento de cada atividade.

4.4.1 – DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 1 - CRIANDO UM SISTEMA DE UNIDADES

O objetivo dessa atividade é mostrar a importância de saber medir e avaliar as grandezas que fazem parte do sistema de unidades que utilizamos para criar um sistema de unidade padrão e entender a necessidade de adotar um sistema internacional de medida.

Contexto

Criando um sistema de unidades, é possível convertê-lo para o sistema internacional de unidades e mostrar a importância de operar em um sistema único.

Ideia do Experimento

Inicialmente tratamos a medida realizada de maneira criativa e sem um sistema padrão de medidas. Logo em seguida mostramos a importância do sistema Internacional de medidas.

Elaboração da situação-problema

A resolução da situação problema transcorreu em forma de discussão sobre as questões propostas, relacionando os conceitos envolvidos na atividade experimental e aos eventos já conhecidos pelos alunos, pertinentes à situação. Para isso, as questões colocadas foram:

1. O que é uma unidade de medida?
2. Para que serve uma unidade de medida?
3. Como que os antigos usavam uma unidade de medida?
4. Como transformar a unidade de medida de um veículo que está a uma velocidade de módulo igual a 108 km/h para o sistema internacional?

Tempo da Atividade: aproximadamente duas aulas.

Material Utilizado: cabos de vassoura, caderno, régua.

Sequência Didática

Aulas	Procedimentos	Metodologias e Ferramentas
Etapa 1	Meça a extensão da quadra da escola.	Utilizando, um objeto qualquer, por exemplo, um cabo de vassoura ou um banco, um colar. Assim você vai criar um sistema de unidade de grandeza.
Etapa2	Anote os dados e nomeie a unidade de comprimento	Com um cabo de vassoura, por exemplo.
Etapa 3	Com os dados dessa dimensão, três colegas devem atravessar a quadra.	Um vai andar normalmente, outro vai caminhar com passadas rápidas, e o terceiro vai correr. Nessa tarefa vocês deverão medir o tempo da travessia de cada colega, das três maneiras, mas sem utilizar cronômetro ou relógio. Distribua as tarefas no seu grupo para que as anotações dos dados sejam as mais precisas possíveis.

A atividade foi realizada de forma descontraída e notamos que os alunos se sentiram mais a vontade ao sair de sala de aula, podendo assim explorar outros espaços da escola. Os mesmos perceberam a real importância no ato de medir e, comparar medidas. Observamos também que os alunos já conheciam sobre algumas unidades de medida, porém não tinham habilidade de fazer as transformações, como por exemplo, de hora para minutos.

Uma parte importante do processo de ensino é a avaliação da aprendizagem. Ela permite ao professor monitorar o progresso dos estudantes ao longo do curso, e seus resultados diante da aula experimental devem ser levados em conta para determinar o ritmo em que o curso se desenvolve. Para tal ela deve ser tão frequente quanto possível. Os testes apresentados constituem um excelente material para o professor avaliar as dificuldades que os alunos de cada turma estão enfrentando, bem como o envolvimento de cada grupo na execução das mesmas (vide anexo B).

Devemos, portanto, examinar, em algumas atividades, as respostas escritas pelos alunos e, paralelamente, usar testes curtos contendo exercícios para indicar a habilidade e/ou dificuldade de cada um a fim de auxiliá-los no melhor entendimento do conteúdo abordado.

Nessa atividade foi utilizado um breve questionário para avaliar o conhecimento dos alunos. A questão 1, apesar de ser fácil, apresentou um índice de erro considerável, pois os alunos confundiram unidade de medida com grandeza física. Grande parte dos alunos sempre esquece a unidade de medida em um resultado e, cabe ao professor mostrar a sua importância. Na questão quatro, os alunos não conseguiram desenvolver a transformação por não saberem como operá-la. Deve-se explicar o porquê do fator 3,6 na transformação da unidade de quilômetro por hora para metro por segundo e, demais unidades, relatando a diferença entre elas. Percebemos que os alunos, em sua maioria, tiveram um desempenho apenas regular nessa avaliação, o que ficou evidente, principalmente, nas questões três e quatro, pois as respostas foram confusas ou sem respostas por não conhecerem sobre o assunto. Podemos inferir que, às vezes, o conteúdo é apenas apresentado aos alunos, sem mostrar o seu significado e sua importância no dia a dia.

A tabela abaixo mostra a porcentagem de erros e acertos nas questões propostas ao grupo selecionado, considerando as respostas de turmas específicas do primeiro ano do Ensino Médio com as questões propostas de 1 a 5, os alunos responderam as mesmas antes e depois da prática 1 e, obtemos de acordo com a tabela 1, os erros cometidos pelos alunos do 1º Ano do Ensino Médio da Turma (A) na Escola Estadual João Rezende.

Questões	Antes da Prática		Após a Prática		Total de erros por questão
	Erros	%/ Part.	Erros	%/ Part.	
1	6	16,21%	2	5,26%	8
2	10	27,02%	4	10,52%	14
3	12	32,43%	8	21,05%	20
4	14	37,84%	10	26,32%	24
Total de erros	42		24		
Alunos testados	37		38		

Tabela 1: Dados da avaliação realizada na E.E. João Rezende com os alunos 1º Ano do Ensino Médio – Turma A.

De acordo com a tabela 1, podemos concluir que os alunos encontraram dificuldades em especial nas questões três e quatro, antes da prática realizada, o que já era esperado, e até por falta de conhecimento prévio, principalmente porque os mesmos nunca viram sobre o assunto no Ensino Fundamental ou por terem esquecido. Notamos também que dos alunos testados um entrou na turma após os conceitos abordados.

Podemos verificar que após a prática, os alunos erraram menos sobre as mesmas questões propostas.

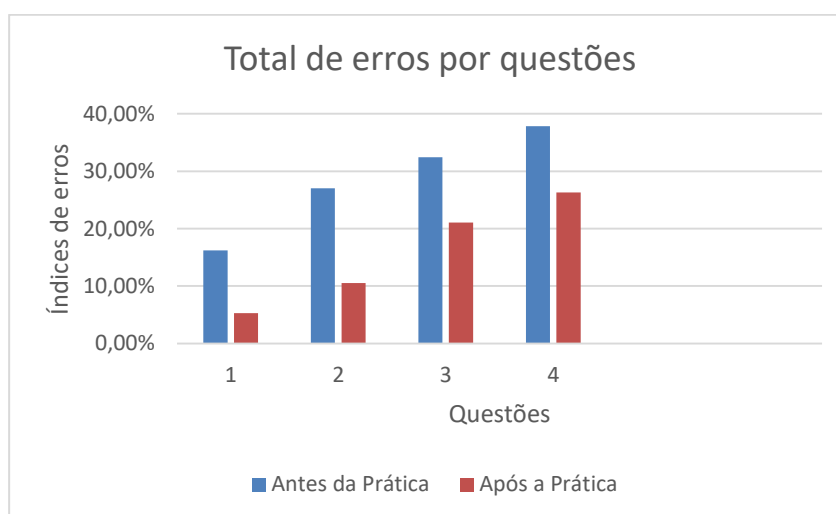


Figura 14: Histograma do total de erros por questões da E.E. João Rezende dos alunos 1º Ano do Ensino Médio – Turma A.

Se compararmos o resultado dos alunos, constataremos que a atividade experimental facilita no entendimento do conteúdo proposto, e torna o mesmo mais significativo. Observe que os índices de erros das questões propostas diminuíram após a prática realizada.

4.4.2 – DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 2 - CONSERVAÇÃO DO MOMENTO LINEAR

O objetivo dessa atividade é ilustrar que na colisão frontal entre um objeto em movimento e outro em repouso, o objeto em movimento transfere todo ou parte de seu movimento ao objeto que estava parado e poderemos também recordar dos conceitos relacionados à conservação de energia mecânica.

Contexto

Podemos analisar a transferência de Energia e principalmente a sua conservação desconsiderando as forças dissipativas no sistema, bem como a conservação do momento linear em colisão frontal.

Ideia do Experimento

Abandonando um objeto do topo de um plano inclinado é possível verificar que o mesmo chega à base do plano com velocidade suficiente para chocar com outro corpo inicialmente em repouso e provocar o movimento deste.

Elaboração da situação-problema

A resolução da situação problema ocorreu em forma de discussão sobre as questões propostas, relacionando os conceitos envolvidos à atividade experimental e aos eventos já conhecidos pelos alunos, pertinentes à situação. Para isso, as questões colocadas foram:

1. O que é Energia?
2. Como podemos obter um sistema conservativo?
3. O que você entende por Energia Mecânica?

4. O que são forças internas e forças externas?

5. O que é um sistema isolado?

Tempo da Atividade: aproximadamente três aulas.

Material Utilizado: 04 réguas de 30 cm; 02 carrinhos; Livros; fita adesiva; cronômetro (Celular); 01 balança de precisão.

Sequência Didática

Aulas	Procedimentos	Metodologias e Ferramentas
Etapa 1	Formar equipes com quatro integrantes.	Os grupos deverão construir o experimento, usando réguas farão um corredor que conduzirá o percurso dos carrinhos. A régua é importante, pois não desejamos movimento em outra direção. É importante dizer que o estudo da Conservação da Quantidade de Movimento Linear neste experimento só deve ser considerado quando o carrinho termina de descer a rampa (supostamente sem atrito). Pois durante a descida o carrinho sofre ação de força externa, que neste caso é a força da gravidade. Logo, o carrinho que está em repouso deve estar um pouco afastado do final da rampa, a fim de deixar que o carrinho que desceu a rampa saia completamente desta e inicie um movimento retilíneo sobre a mesa. Nesse tipo de experimento podemos fazer observações suficientes da Conservação da Quantidade de Movimento Linear (QML).
Etapa 2	Relatar sobre o experimento	
Etapa 3	A equipe fará algumas medidas importantes	Após construir o experimento, mede-se o tempo de descida do carrinho, e em seguida será determinada velocidade do carrinho ao alcançar o fim da rampa. O

tempo poderá ser medido através de um cronômetro ou pelo celular, desde o momento de saída do carrinho da parte mais alta até o momento em que chegar à parte mais baixa.

Etapa 4	As equipes registram os dados da observação no relatório e explicam como obtiveram todas as medidas solicitadas.	Essa atividade incentiva a capacidade crítica na análise de resultados. Nos anexos também se encontra um modelo de relatório para avaliação da atividade (Anexo 1).
Etapa 5	Comparando os resultados	Nesse momento os alunos comparam os resultados com as outras equipes a fim de uma possível discussão ao final da sequência.
Etapa 6	Respondendo ao questionário	Após a conclusão do experimento os alunos receberão um questionário para responder e ser entregue a posteriori (vide Anexo 2).

A aula foi muito produtiva, pois abordamos conceitos que antes não eram compreendidos pela maioria dos alunos. A atividade proposta fez com que os alunos compreendessem melhor o que é um sistema conservativo e os princípios da conservação do momento linear, comprovada no anexo B.

Observamos que os alunos tentaram responder o que é energia, de acordo com que foi trabalhado anteriormente pelo professor, associando energia ao trabalho de uma força, que é utilizado para poder “manipular” energia através de sua transferência.

Na questão dois, a maioria dos alunos respondeu que um sistema conservativo seria manter alguma “coisa” e, de alguma forma não estaria errado. Apenas cabe ao professor mostrar que, se o trabalho de uma dada força não dependesse da trajetória, a mesma é considerada conservativa e se houver apenas força desse tipo no sistema então ele seria definido como conservativo. Nessa prática podemos notar a importância de definir os conceitos físicos inicialmente para que os alunos não se percam durante o processo de aprendizagem.

Percebemos que os alunos, em sua maioria, tiveram um bom desempenho nessa avaliação, o que ficou evidente, principalmente, que a prática proposta deve ser aliada ao conteúdo ministrado. A tabela 2 mostra os resultados.

Questões	Antes da Prática		Após a Prática		Total de erros por questão
	Erros	%/ Part.	Erros	%/ Part.	
1	7	23,33%	5	17,24%	12
2	7	23,33%	6	20,69%	13
3	5	16,67%	4	13,79%	09
4	8	26,67%	7	24,14%	15
5	12	40,00%	10	34,48%	22
Total de erros	39		32		
Alunos testados	30		29		

Tabela 2: dados da avaliação realizada na E.E. Guiomar de Freitas Costa com os alunos 1º Ano do Ensino Médio – Turma B.

A tabela 2 mostra claramente que o alto índice de erro na questão 5, nos leva a concluir que o professor deverá definir os conceitos de sistemas isolados antes dos conceitos tratados. Observamos também que a maior porcentagem de erro é evidentemente constatada antes da prática proposta aos alunos do 1º Ano do ensino médio da turma (B) da E.E. Guiomar de Freitas Costa.

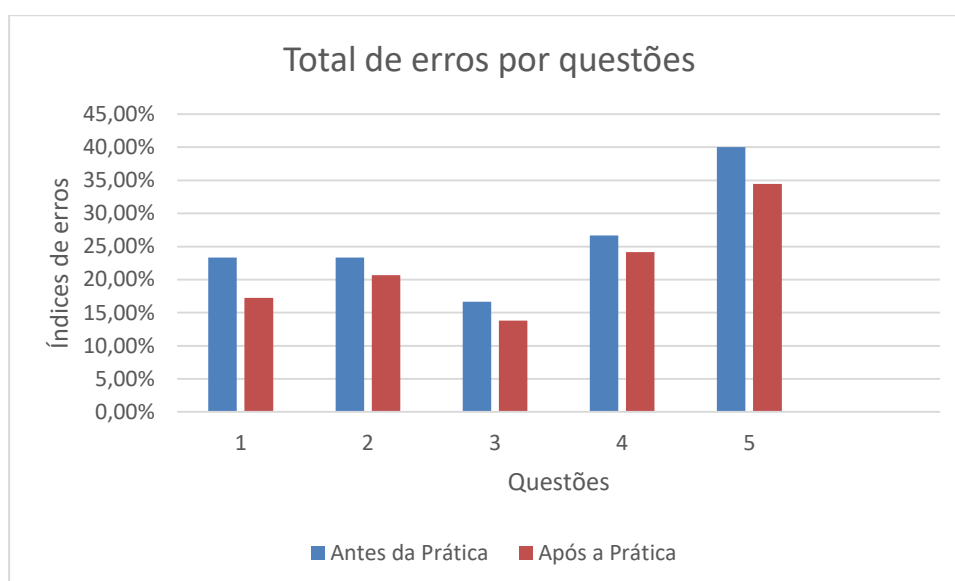


Figura 15: Histograma do total de erros por questões da E.E. Guiomar de Freitas Costa dos alunos 1º Ano do Ensino Médio – Turma B.

De acordo com o Histograma (figura 15), constatamos que, após a prática da conservação momento linear, obtivemos um decréscimo na quantidade de erros por questão.

4.4.3 – DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 3 - SUBINDO EM LÂMPADAS

O objetivo dessa aula é de relacionar o conceito de Pressão com a área de contato.

Contexto

É possível subir em três lâmpadas sem quebrá-las? O conceito de pressão pode ser utilizado para fazermos essa “mágica”.

Ideia do Experimento

A utilização de um suporte triangular com lâmpadas em seus vértices é capaz de suportar uma pessoa sobre ele. Mostramos como construir um sistema que diminua a pressão exercida por uma pessoa.

Elaboração da situação-problema

A aplicação da situação problema foi um desafio aos alunos em descobrir o porquê foi possível subir em lâmpadas e propor o desenvolvimento de outros desafios com os mesmos conceitos de pressão. Para isso, as questões colocadas foram:

1. O que você entende por pressão?
2. Qual a diferença de pressão e força?
3. Como calcular a área de uma superfície triangular?

Tempo da Atividade: aproximadamente uma aula.

Material Utilizado: 1 pedaço triangular de madeira (lado aproximadamente de espessura 1,5 cm); 3 suportes para lâmpadas; 3 lâmpadas incandescentes; 1 botão de pressão de circuito; 1 tomada (macho); Fios encapados; Parafusos e pregos.

Sequência Didática

Aulas	Procedimentos	Metodologias e Ferramentas
Etapa 1	Fazendo a instalação do botão de liga e desliga.	Faça um furo no centro do triângulo de madeira para instalar o botão de pressão.
Etapa2	Fazendo a instalação do botão de liga e desliga.	Faça um suporte na parte de baixo da base triangular para que o botão fique preso e possa ser pressionado pelo lado oposto.
Etapa 3	Fazendo as conexões do circuito	<p>Os três suportes para lâmpada devem ser conectados em paralelo entre si e todas elas em série com o botão de pressão. As extremidades do circuito serão conectadas na tomada. O esquema 2 ilustra como devem ser feitas as ligações elétricas. As lâmpadas são indicadas pelos círculos com a letra L.</p> <p>Os fios devem ter tamanho suficiente para que os suportes sejam instalados um em cada ponta da base triangular.</p>
Etapa 4	Instalação dos suportes das lâmpadas.	Instale os suportes de lâmpadas nas pontas da parte de baixo da base triangular, como mostra a figura 3.
Etapa 5	Instalação das lâmpadas.	Coloque as lâmpadas nos suportes e posicione a montagem no chão, usando as lâmpadas como “pés” (figura 5). É importante que se use algum tapete ou um pano não muito liso no chão para evitar que as lâmpadas deslizem.
Etapa 6	Mantendo o equilíbrio sobre o sistema.	Conecte a montagem na tomada e, depois, pise sobre o centro da base, acionando o botão. Procure equilibrar sobre a base com as lâmpadas (figura 5).

Inicialmente os alunos não acreditavam ser possível subir em lâmpadas sem “quebrá-las”. Durante a prática estabelecida podemos relatar que os alunos não encontraram dificuldades em encontrar os parâmetros para conceituar pressão.

Considerando a avaliação da aprendizagem dos conteúdos discutidos, percebemos que os alunos responderam sobre a questão um de forma exemplificada, do tipo: “a pressão da panela” e “a pressão atmosférica”. O que mostra que eles não conheciam o conceito básico de pressão mecânica e, após a prática facilitou o entendimento sobre o assunto (vide anexo B).

A questão dois, apesar dos conceitos diferentes, apresentou um índice de erro considerável, pois os alunos achavam que se tratava da mesma definição. Boa parte dos alunos sabia responder a questão três, já vista na matemática. Mas de modo geral, o alto índice de erro na questão dois nos leva a concluir que os alunos apresentam uma dificuldade em diferenciar conceitos básicos. A tabela 3 mostra os resultados da porcentagem de erros.

Questões	Antes da Prática		Após a Prática		Total de erros por questão
	Erros	%/ Part.	Erros	%/ Part.	
1	9	39,13%	7	29,17%	16
2	8	34,78%	6	25,00%	14
3	5	21,74%	4	16,67%	09
Total de erros	22		17		
Alunos testados	23		24		

Tabela 3: Dados da avaliação realizada na E.E. Guiomar de Freitas Costa com os alunos 1º Ano do Ensino Médio – Turma C.

Analisando a tabela 3, notamos que houve uma diminuição na quantidade de erros cometidos ao responder às questões prévias estabelecidas antes da prática e após a prática referente ao conceito de pressão.

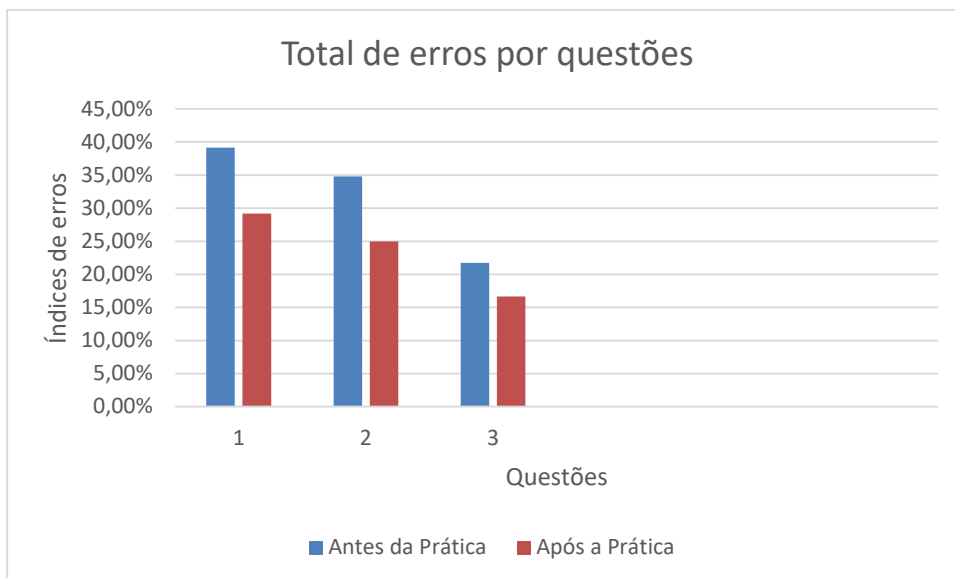


Figura 16: Histograma do total de erros por questões da E.E. Guiomar de Freitas Costa dos alunos 1º Ano do Ensino Médio – Turma C.

Concluimos mais uma vez que a turma desenvolveu os conceitos de pressão de forma mais consistente após a prática realizada. Pelo histograma 16 verificamos que os alunos erraram mais sobre o conceito prévio de pressão, mas podemos notar que de 39,13% antes da prática, os erros diminuíram para 29,17% depois da prática realizada.

4.4.4 – DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 4 - ELEVADOR HIDRÁULICO

O objetivo dessa aula é demonstrar o funcionamento de um elevador hidráulico.

Contexto

O funcionamento de um elevador hidráulico é baseado no princípio de Pascal, o qual diz que a variação de pressão aplicada a um fluido em equilíbrio contido em um recipiente fechado é transmitida integralmente a todos os pontos desse fluido.

De acordo com o esquema da figura 20, quando se exerce uma força F_1 sobre um êmbolo de área A_1 , o líquido sofre um acréscimo de pressão (Δp) dado por:

$$\Delta p = \frac{F_1}{A_1} \quad (\text{Equação 1})$$

Esse aumento de pressão se transmite integralmente através de todo o líquido, sendo aplicado ao êmbolo de área A_2 , no qual aparece uma força F_2 , tal que:

$$\Delta p = \frac{F_2}{A_2} \quad (\text{Equação 2})$$

Igualando (Equação 1) e (Equação 2), obtém-se a relação entre os módulos das forças exercidas pelos êmbolos em relação as suas respectivas áreas:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (\text{Equação 3})$$

Suponhamos uma situação em que A_2 é 10 vezes maior que A_1 ($A_2 = 10 A_1$). Aplicando uma força F_1 em A_1 , a força F_2 resultante em A_2 será 10 vezes maior ($F_2 = 10F_1$).



Figura 17 – Foto da prensa hidráulica utilizada no experimento. (Fonte: Arquivo pessoal)

Elaboração da situação-problema

A resolução da situação problema transcorreu na forma de discussão sobre as questões propostas, relacionando os conceitos envolvidos à atividade experimental e aos eventos já conhecidos pelos alunos, pertinentes à situação. Para isso, foram discutidas as seguintes questões:

1. Em que princípio se baseia o sistema de freios?

2. Como calcular a área de uma circunferência de raio “r”?
3. O que é prensa hidráulica?

Tempo da Atividade: aproximadamente duas aulas.

Material Utilizado: 02 seringas (de diferentes capacidades); 1 base de madeira para apoio; 1 mangueirinha; Água; Cola; Trena.

Sequência Didática

Aulas	Procedimentos	Metodologias e Ferramentas
Etapa 1	Conecte a mangueirinha nas seringas.	Cole a mangueirinha nas seringas.
Etapa2	Conecte a mangueirinha em uma das seringas.	Encha o conjunto de água, de modo que, ao colocar os êmbolos, o da seringa maior fique entre a metade e a parte inferior. Um esquema da montagem do experimento está na figura (6).

No desenvolvimento dessa prática percebi que os alunos inicialmente se assustaram ao ver que podem mover um objeto fazendo pouca força, ficando impressionados ao ver que uma pequena força em um êmbolo transmite a pressão integralmente ao líquido em equilíbrio e, conseqüentemente, originando forças de maiores intensidades no outro êmbolo. Observei também que os mesmos ficaram surpresos/curiosos ao relacionar conceitos matemáticos à física, quando tiveram que calcular a área dos êmbolos para posteriormente aplicar conceitos físicos.

Nessa atividade podemos verificar que relação entre as forças foi difícil de ser verificada por causa da existência do atrito entre o êmbolo e a seringa. O que não se deve deixar de perceber é a transmissão de forças entre os líquidos. Grande número de máquinas como elevador e sistemas de freios funcionam através desse princípio. Neles, o atrito é bastante reduzido com a utilização de peças metálicas e óleos lubrificantes. A princípio, o deslocamento dos êmbolos no elevador é limitado pela quantidade de líquido disponível. No entanto, em equipamentos reais (elevadores, prensas, etc.), existe um reservatório que, através de um conjunto de dutos e válvulas, fornece o líquido necessário.

Relativo às perguntas que auxiliam no tema proposto, podemos dizer que os alunos responderam à questão um levando em conta o atrito entre as pastilhas e, não responderam de acordo

com o tema proposto. Então cabe ao professor apresentar inicialmente alguns sistemas de freios hidráulicos antes de iniciar a aula (vide anexo B).

Em relação à questão dois, verificamos um índice de erro considerável. Boa parte dos alunos não lembrou sobre o cálculo de área de algumas figuras. Então cabe ao professor apresentar alguns cálculos de áreas que poderão ser cobrados no Ensino de Física. O alto índice de erro na questão três nos leva a concluir que os alunos não conhecem os conceitos relativos à pressão. Mas no geral, percebemos que os alunos não tiveram um bom desempenho nessa avaliação, e ficou evidente, que o professor deverá explicar os conceitos de pressão, o princípio de Stevin e, posteriormente, o princípio de Pascal, para que os mesmos consigam entender o funcionamento da prensa hidráulica. A tabela 4 mostra os resultados das avaliações.

Questões	Antes da Prática		Após a Prática		Total de erros por questão
	Erros	%/ Part.	Erros	%/ Part.	
1	12	46,15%	9	36,00%	21
2	8	30,77%	7	28,00%	15
3	9	34,62%	6	24,00%	15
Total de erros	29		22		
Alunos testados	26		25		

Tabela 4: dados da avaliação realizada na E.E. Guiomar de Freitas Costa, com os alunos 1º Ano do Ensino Médio – Turma D.

Pela tabela 4, verifica-se que os alunos aumentaram o desempenho sobre os conceitos relacionados ao princípio de Pascal.

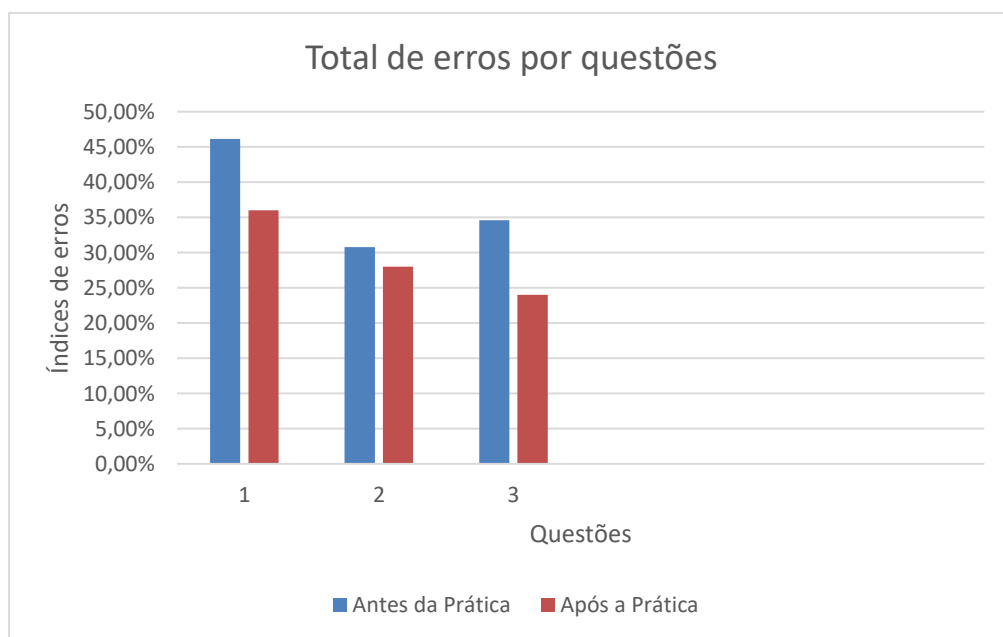


Figura 18: Histograma do total de erros por questões da E.E. Guiomar de Freitas Costados alunos 1º Ano do Ensino Médio – Turma D.

Observamos que apesar do bom desempenho após a prática realizada com a turma, verificamos que os alunos não conheciam o que é freio hidráulico e nem sabiam sobre os princípios de seu funcionamento, e assim a realização da atividade subindo em lâmpadas, foi motivador e auxiliou o grupo de forma significativa.

4.4.5 – DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 5– DILATAÇÃO TÉRMICA

O objetivo da aula é de compreender a relação entre a dilatação e o coeficiente de dilatação térmica.

Contexto

O volume de quase todos os materiais cresce quando sofre um aumento de temperatura porque a vibração das moléculas do material aumenta. Assim as moléculas passam a ocupar um espaço maior e, conseqüentemente, o volume de todo o material também aumenta. O inverso ocorre quando um material sofre uma diminuição de temperatura. Entretanto há raras exceções em que a temperatura aumenta e o volume ocupado pelo material diminui. Como no caso da água, que quando sua temperatura passa de zero a quatro graus centígrados, o volume ocupado por ela diminui.

Ideia do Experimento

De posse de três tipos de materiais (diferentes coeficientes de dilatação linear) podemos comprovar a reação entre os coeficientes e a dilatação de cada um para uma dada variação de temperatura.

Elaboração da situação-problema

Ao iniciar as discussões sobre o assunto, fiz os seguintes questionamentos:

1. Alguma vez você já se perguntou por que o copo de vidro quebra quando colocamos café fervendo dentro dele?

2. Ou por que o mercúrio sobe dentro do bulbo do termômetro?
3. Como se relaciona a dilatação com o coeficiente de dilatação térmica linear?

Essas são apenas duas situações nas quais testemunhamos o fenômeno da dilatação dos materiais.

Nos dois casos anteriores o que ocorreu foi que tanto o copo como o mercúrio do termômetro sofreu um aumento de temperatura e por isso os seus volumes aumentaram. No caso do copo, a camada de vidro interna se aqueceu e dilatou antes da camada de vidro externa ter se aquecido o suficiente para sofrer a mesma dilatação. Por isso a camada de vidro interna empurra a camada externa e o copo se quebra.

Tempo da Atividade: aproximadamente duas aulas.

Material Utilizado: Caixa de fósforos; Clipes; Vela; Dois suportes de madeira; Hastes de diferentes materiais.

Sequência Didática

Aulas	Procedimentos	Metodologias e Ferramentas
Etapa 1	Montando o Suporte para o equilíbrio da haste.	Perfure dois suportes de madeira para encaixar a haste.
Etapa2	Equilibrando os clipes	Com a vela acesa, pingue parafina nos clipes em equilíbrio.
Etapa 3	Produzindo um fluxo de calor na haste.	Na parte oposta dos clipes coloque o fogo da vela na haste.

A aula experimental contribuiu para que os alunos relacionassem a dilatação térmica com os diferentes materiais propostos na prática. Foi também exposto a contribuição do experimento para

entender como os materiais dilatam em nossas vidas e que fatores contribuem para que não haja o colapso dos mesmos.

De acordo como as questões um e dois, notamos que os alunos tiveram um bom desempenho nas respostas, pois faziam parte dos conceitos que vivenciavam na prática. Já na questão três, percebemos que eles não conheciam o termo coeficiente de dilatação térmica e, apresentaram certa dificuldade, obtendo um rendimento não satisfatório. A Tabela 5 mostra os resultados das avaliações.

Questões	Antes da Prática		Após a Prática		Total de erros por questão
	Erros	%/ Part.	Erros	%/ Part.	
1	4	20%	3	15%	7
2	6	30%	4	20%	10
3	12	60%	9	45%	21
Total de erros	22		16		
Alunos testados	22		20		

Tabela 5: Dados da avaliação realizada na E.E. João Rezende, com os alunos 2º Ano do Ensino Médio – Turma D.

De acordo com a tabela 5 podemos comparar que em todas as questões e conceitos abordados em sala houve uma melhora nos índices de acertos das questões elaboradas previamente.

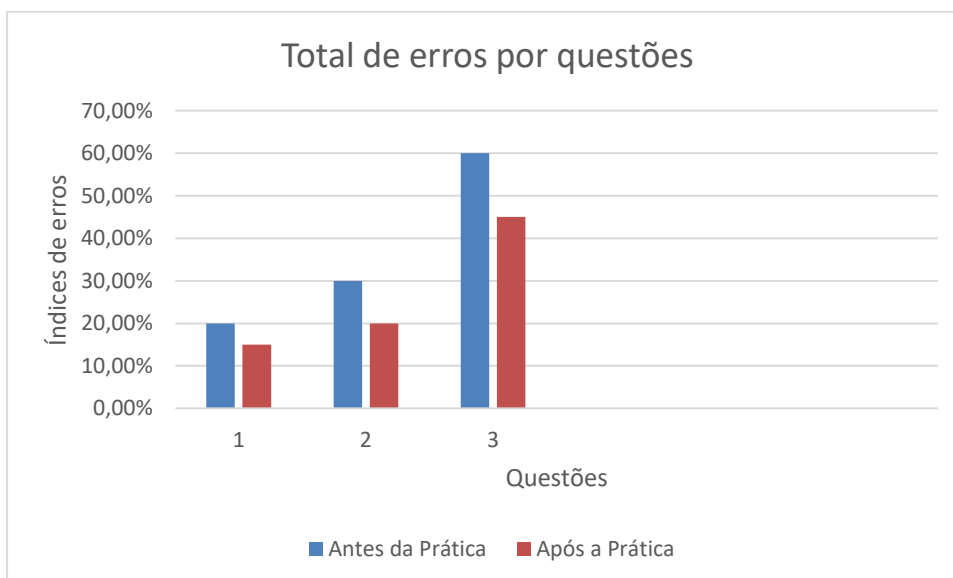


Figura 19: Histograma do total de erros por questões da E.E. João Rezende dos alunos 2º Ano do Ensino Médio – Turma D.

Comparando os índices de erros no histograma 19, verificamos que os alunos manifestaram certa segurança com as questões propostas e principalmente à prática em si. O bom desempenho deles comprova que a física vivenciada no dia a dia facilita o entendimento do conteúdo a ser trabalhado. Ao compararmos com as outras avaliações aplicadas, observamos que esta foi a que teve maior índice de acerto. Ressaltando que o grupo experimental obteve melhor resultado comparado ao grupo tradicional.

4.4.6 – DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 6 - PRINCÍPIO GERAL DAS TROCAS DE CALOR

O objetivo dessa aula é calcular o calor específico de um material desconhecido (material homogêneo).

Contexto

Para que o estudo de trocas de calor seja realizado com maior precisão, este é realizado dentro de um aparelho chamado calorímetro, que consiste em um recipiente fechado incapaz de trocar calor com o ambiente e com seu interior.

Dentro de um calorímetro, os corpos colocados trocam calor até atingir o equilíbrio térmico. Como os corpos não trocam calor com o calorímetro e nem com o meio em que se encontram, toda a energia térmica passa de um corpo ao outro.

Como, ao absorver calor $Q > 0$ e ao transmitir calor $Q < 0$, a soma de todas as energias térmicas é nula, ou seja:

$$\Sigma Q = 0 \quad (\text{Equação 4})$$

Dessa forma, o somatório de todas as quantidades de calor é igual à zero. Sendo que as quantidades de calor podem ser tanto sensível como latente.

Ideia do Experimento

A partir do manuseio de um calorímetro, podemos utilizá-lo a fim de representarmos as trocas de calor interna ao mesmo, bem como calcular algumas grandezas.

Elaboração da situação-problema

A resolução da situação problema transcorreu em forma de discussão sobre as questões propostas, relacionando os conceitos envolvidos à atividade experimental e aos eventos já conhecidos pelos alunos, pertinentes à situação. Para isso, as questões colocadas foram:

1. O que é um calorímetro?
2. Para que serve um calorímetro?
3. Cite alguns calorímetros que possui em sua residência.

Tempo da Atividade: aproximadamente três aulas.

Material Utilizado: Termômetro; Argolas; Calorímetro; Água; Balança de precisão; Pinça.

Sequência Didática

Aulas	Procedimentos	Metodologias e Ferramentas
Etapa 1	Montando o Calorímetro	Coloque uma quantidade de água conhecida no calorímetro e aguarde o equilíbrio térmico.
Etapa2	Mantendo o Sistema em Equilíbrio Térmico.	Feche o calorímetro e insira o termômetro no calorímetro através do orifício.
Etapa 3	Medindo a Temperatura de Equilíbrio.	Espere o sistema atingir o equilíbrio térmico e meça a temperatura inicial da água contida no calorímetro.
Etapa 4	Fazendo as trocas de calor.	Coloque a argola em aquecimento com água e meça a temperatura de equilíbrio.

Etapa 5 Evitando as perdas de calor. Coloque rapidamente a argola dentro do calorímetro.

Observamos que os alunos apesar de utilizar calorímetros em casa não associaram inicialmente ao tema relacionado. Após apresentar o calorímetro para o grupo experimental, disseram que o mesmo servia para manter a temperatura interna de alguma substância, mas não compreendiam o real significado dos calorímetros e não sabiam como manusear o experimento.

A tabela 6 mostra os resultados das avaliações realizadas.

Questões	Antes da Prática		Após a Prática		Total de erros por questão
	Erros	%/ Part.	Erros	%/ Part.	
1	4	17,39%	2	9%	6
2	6	26,09%	3	13%	9
3	5	21,74%	2	9%	7
Total de erros	15		7		
Alunos testados	23		22		

Tabela 6: Dados da avaliação realizada na E.E. Guiomar de Freitas Costa, com os alunos 2º Ano do Ensino Médio – Turma A.

Observamos que após a prática realizada os alunos do 2º Ano, conseguiram entender melhor os conceitos relacionados sobre as trocas de calor. Os erros diminuiriam acentuadamente nessa prática 6.

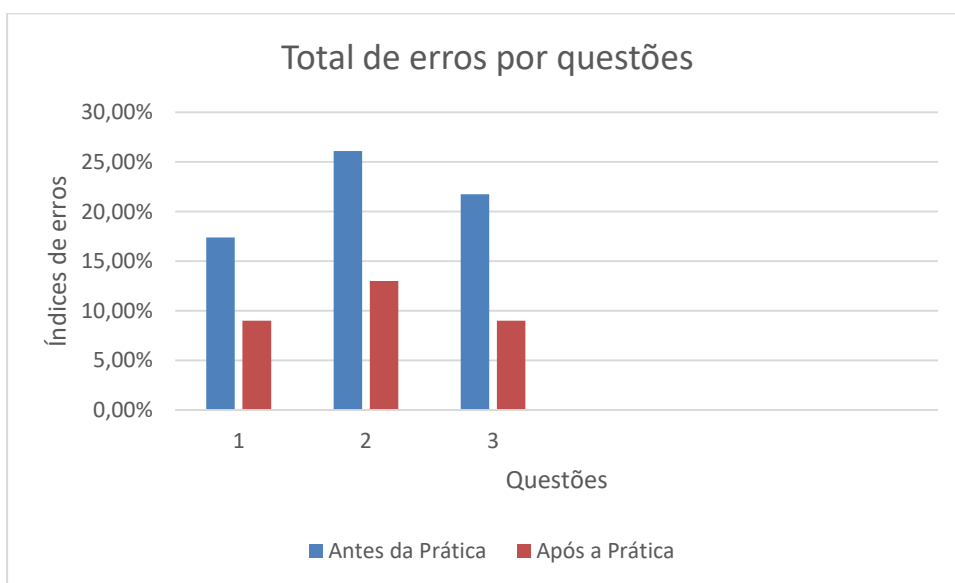


Figura 20: Histograma do total de erros por questões da E.E. Guiomar de Freitas Costados alunos 2º Ano do Ensino Médio – Turma A.

Pelo histograma 20, notamos que houve uma queda expressiva nos erros cometidos pelos alunos na questão 2, o que nos leva a acreditar que a prática proposta facilita o processo de aprendizagem no tema proposto.

4.4.7 – DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 7 - CÂMARA ESCURA DE ORIFÍCIO

A atividade tem por objetivo a construção de uma Câmara Escura de Orifício para observar uma imagem sendo projetada em seu interior. Será verificada ainda a relação entre o tamanho da imagem e o tamanho da câmara, bem como de que depende sua nitidez.

Contexto

Segundo os princípios da óptica geométrica, os raios de luz se propagam em linha reta. Na câmara escura, todos os raios de luz que são emitidos pelo objeto a ser projetado, passam através de um pequeno orifício e atinge o aparato no interior dela. Assim sendo, a luz que sai do ponto mais alto do objeto atingirá o aparato no ponto mais baixo da imagem projetada, formando uma imagem invertida como na figura abaixo.

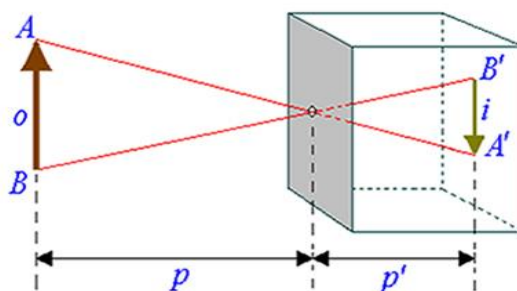


Figura 21 – Esquema da Câmara Escura de Orifício. (Fonte: Arquivo pessoal)

Ideia do Experimento

Montar uma Câmara Escura de Orifício e evidenciar os princípios da óptica geométrica, fazendo uma relação com a estrutura do globo ocular humano.

Elaboração da situação-problema

A resolução da situação problema transcorreu em forma de discussão sobre as questões propostas, relacionando os conceitos envolvidos à atividade experimental e aos eventos já conhecidos pelos alunos, pertinentes à situação. Para isso, as questões colocadas foram:

1. Quais são os princípios da Óptica Geométrica?
2. Quando que dois triângulos são semelhantes?
3. Como que a imagem de um objeto real se forma em uma Câmara Escura de Orifício?
4. Há alguma semelhança da câmara escura com os nossos olhos?

Tempo da Atividade: aproximadamente duas aulas.

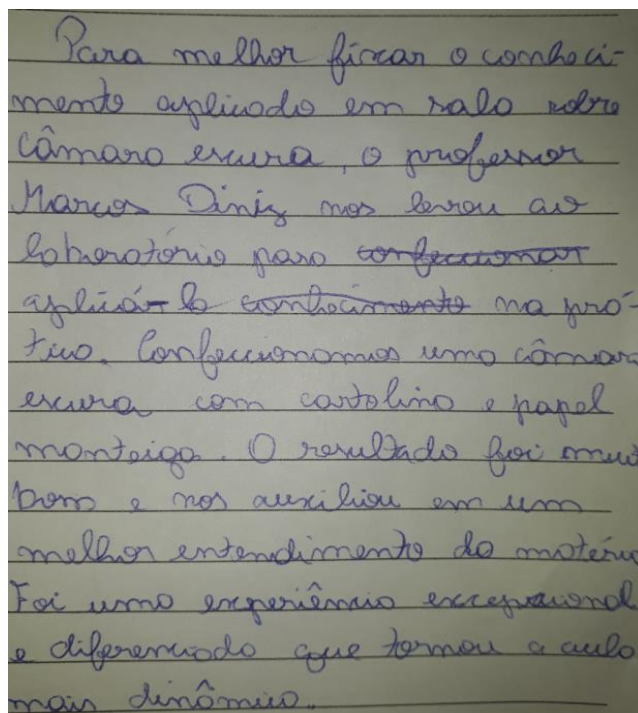
Material Utilizado: pedaços de papel cartão preto ou cartolina; papel vegetal; tesoura; régua; fita adesiva; um alfinete.

Sequência Didática

Aulas	Procedimentos	Metodologias e Ferramentas
Etapa 1	Faça duas caixas com o papel cartão.	Uma caixa de aproximadamente 10 cm de aresta e outra pouco menor (3 mm a menos)
Etapa2	Monte um anteparo de papel vegetal.	Faça agora um anteparo de papel vegetal na parte posterior da caixa menor e um pequeno orifício (com o alfinete) na parte anterior da caixa maior (figura 9.a).
Etapa 3	Montando a Câmara escura de orifício.	Encaixe a caixa menor na maior, ambas com a face preta voltada para dentro conforme ilustra a figura 9.b.

Presenciamos com essa prática que os alunos comprovaram os conceitos básicos sobre óptica geométrica, construindo sua própria câmara escura de orifício. Inicialmente tiveram dificuldade em lidar com a construção da câmara escura, pois não tinham a noção de dimensão, porém ao analisar o resultado obtido, constatamos que as diferentes câmaras confeccionadas serviram de análise na formação das imagens obtidas. Porém salientamos que a prática fez com que os alunos entendessem

melhor os conceitos básicos da óptica geométrica, conforme podemos comprovar com o depoimento de um dos alunos que participou desta prática:



Aluno 7

A tabela 7 relata o desempenho dos grupos analisados com ou sem a prática proposta.

Questões	Antes da Prática		Após a Prática		Total de erros por questão
	Erros	%/ Part.	Erros	%/ Part.	
1	4	18,18%	4	19,04%	8
2	3	13,64%	2	9,52%	5
3	7	31,82%	3	14,28%	10
4	6	27,27%	2	9,52%	8
Total de erros	20		11		
Alunos testados	22		21		

Tabela 7: Dados da avaliação realizada na E.E. João Rezende , com os alunos 2º Ano do Ensino Médio – Turma B.

Percebemos que após a prática realizada os alunos obtiveram um melhor entendimento sobre a câmara escura de orifício, comprovado no anexo B. Somente na questão 1, notamos um aumento dos erros devido à falta de um aluno na turma, visto que essa questão se refere mais aos conceitos primordiais da óptica geométrica, porém cabe salientarmos que nas outras questões houve uma diminuição dos erros cometidos por eles.

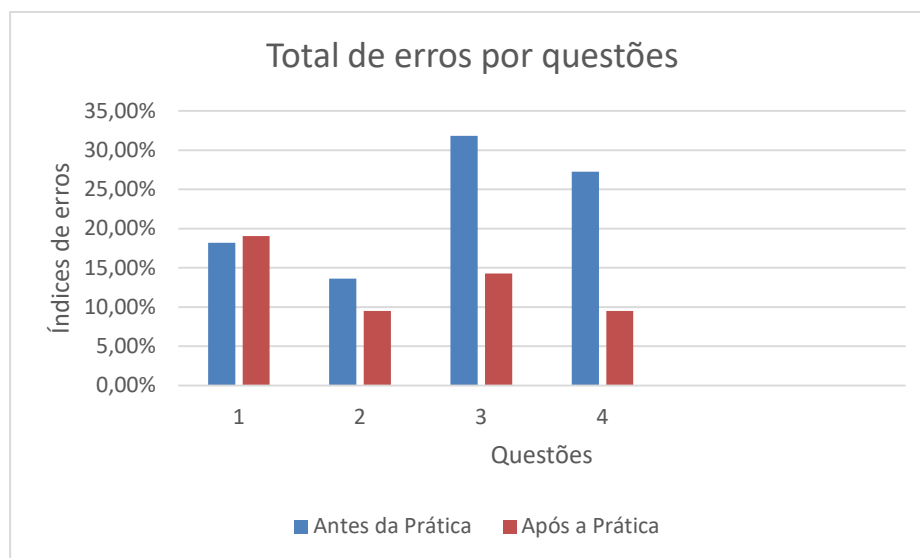


Figura 22: Histograma do total de erros por questões da E.E. João Rezende dos alunos 2º Ano do Ensino Médio – Turma B.

Pelo histograma 22, verificamos um melhor desempenho dos alunos nos conceitos referentes à construção da Câmara Escura de Orifício.

4.4.8 – DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 8 - REFLEXÃO LUMINOSA 1

O objetivo dessa aula é de observar a reflexão, comprovar as leis que rege esse fenômeno e auxiliar na atividade 4.9.9.

Contexto:

Reflexão é o fenômeno pelo qual a luz ao encontrar um obstáculo é rebatida. Para melhor compreender esse fenômeno é preciso antes definir as duas etapas da reflexão. Na primeira etapa (incidência) o raio de luz chega até o espelho. O ângulo que esse raio forma com o espelho é chamado de ângulo de incidência. Já na segunda etapa, o raio de luz sai do espelho (reflexão). Ao ângulo que esse raio forma com o espelho é chamado de ângulo de reflexão. Para a reflexão existe uma lei: o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

Ideia do experimento:

Um espelho é colocado na posição vertical em contato com a superfície de uma mesa. Em sua frente, coloca-se um pente com os dentes encostados na mesma superfície. Posiciona-se uma lanterna

de modo que a sombra produzida pelos dentes do pente atinja o espelho fazendo sombra na superfície, tanto quando incide no espelho, como quando refletem. Para conferir a lei da reflexão coloque um papel na superfície da mesa, embaixo do espelho e do pente. Risque o papel com um lápis na base do espelho. Risque a trajetória de um dos raios que saem do pente e são refletidos pelo espelho. Observe que no papel aparecerá a trajetória de um dos feixes de luz. É possível medir com um transferidor os ângulos de incidência e reflexão e constatar que eles são iguais.

Elaboração da situação-problema

A resolução da situação problema transcorreu em forma de discussão sobre as questões propostas, relacionando os conceitos envolvidos à atividade experimental e aos eventos já conhecidos pelos alunos, pertinentes à situação. Para isso, as questões colocadas foram:

1. O que é Reflexão luminosa?
2. Quais são as leis da reflexão?

Tempo da Atividade: aproximadamente uma aula.

Material Utilizado: Espelho plano (aproximadamente 10 cm x 12 cm); Pente; Lanterna; Papel; Lápis ou Caneta; Transferidor.

Sequência Didática

Aulas	Procedimentos	Metodologias e Ferramentas
Etapa 1	Mantendo o espelho plano na vertical.	Apoie o espelho plano perpendicular ao plano.
Etapa2	Meça a Reta Normal e com o transferidor, os ângulos de incidência e de reflexão.	Incida raios de luz no pente conforme o esquema da figura 11.

Notamos que nessa prática os alunos não tiveram dificuldades em manusear o experimento, bem como construí-lo. Esse experimento foi muito importante para a prática 9, que trata do mesmo tema de reflexão luminosa.

Percebemos de acordo com os questionamentos coletados antes da prática experimental que não conheciam sobre o que se tratava as leis da Reflexão. Esses resultados são mostrados na tabela 8 abaixo.

Questões	Antes da Prática		Após a Prática		Total de erros por questão
	Erros	%/ Part.	Erros	%/ Part.	
1	6	30,00%	3	18,75%	9
2	9	45,00%	4	25,00%	13
Total de erros	15		7		
Alunos testados	20		16		

Tabela 8: Resultados da avaliação realizada na E.E. João Rezende, com os alunos 2º Ano do Ensino Médio – Turma A.

De acordo com a tabela 8, concluímos que, após a prática experimental, houve uma diminuição bem expressiva de erros nas questões 1 e 2, e que durante o experimento os alunos questionaram mais sobre o tema proposto.

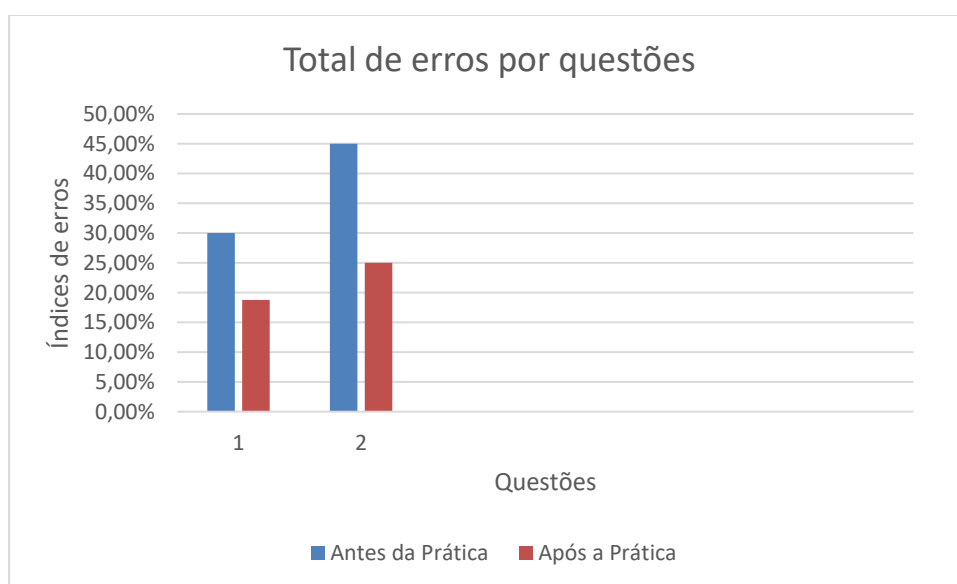


Figura 23: Histograma do total de erros por questões da E.E. João Rezende dos alunos 2º Ano do Ensino Médio – Turma A.

Percebemos que o desempenho dos alunos se consagrou mais na questão 2, devido à importância da mesma para os conceitos da reflexão luminosa.

4.4.9 – DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 9 - REFLEXÃO LUMINOSA 2

O objetivo dessa aula é mostrar que os ângulos de incidência e reflexão são iguais no mesmo meio, mas visualizando o trajeto dos raios luminosos.

Contexto

Os ângulos formados em uma reflexão luminosa facilitam o entendimento de como se formam as imagens em espelhos.

Ideia do Experimento

Montamos uma prática para determinar a relação entre os ângulos de incidência e de reflexão através da reflexão de um raio de luz monocromático em um espelho plano.

Elaboração da situação-problema

A resolução da situação problema ocorreu em forma de discussão sobre as questões propostas, relacionando os conceitos envolvidos à atividade experimental e aos eventos já conhecidos pelos alunos, pertinentes à situação. Para isso, as questões colocadas foram:

1. O que ocorre com a velocidade da luz ao ser refletida?
2. Como descobrir os ângulos de incidência e de reflexão?

Tempo da Atividade: aproximadamente duas aulas.

Material Utilizado: Recipiente de Margarina; Espelho (2 cm x 0,5 cm); Papelão de caixa de sapatos ou similar; Transferidor; Gilete; Pedaco de ripa (2 cm x 2 cm x 3 cm); Raios solares, ou lâmpadas incandescentes ou ponteira laser; Cola.

Sequência Didática

Aulas	Procedimentos	Metodologias e Ferramentas
Etapa 1	Coloque um espelho contra o outro, de modo que a tinta fique do lado de fora.	Cole, ao longo de uma aresta, dois pedaços de fita, um em cima e outro abaixo, a modo de dobradiças.
Etapa2	Inserindo o objeto entre os espelhos.	Coloque uma moeda entre os dois espelhos planos.

Os alunos perceberam que podemos construir, a partir de materiais reciclados, um experimento que comprove as leis da reflexão e observar com maior detalhe as leis que regem a reflexão luminosa.

Percebemos que os erros se concentraram principalmente na questão dois, tanto antes como depois da prática realizada, devido a não conhecerem o modelo ondulatório de luz que o professor inicialmente deve introduzir. Esses resultados são mostrados nas tabelas e gráficos abaixo.

Questões	Antes da prática		Após a prática		Total de erros por questão
	Erros	%/ Part.	Erros	%/ Part.	
1	5	25,00%	2	12,50%	7
2	7	35,00%	3	18,75%	10
Total de erros	12		5		
Alunos testados	20		16		

Tabela 9: Resultados da avaliação realizada na E. E. João Rezende, com os alunos 2º Ano do Ensino Médio – Turma A.

Relatamos que os erros diminuíram após a prática realizada, tanto para a questão 1, quanto na questão 2. Com melhor desempenho na questão 2, pois a prática requer a construção dos ângulos de incidência e de reflexão.

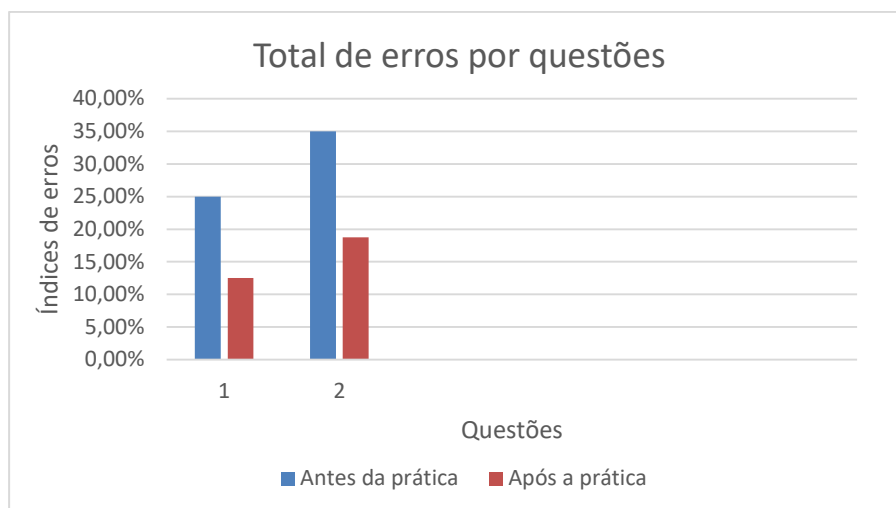


Figura 24: Histograma do total de erros por questões da E. E. João Rezende dos alunos 2º Ano do Ensino Médio – Turma A.

Pelo Histograma 24, concluímos que houve uma diminuição nos erros cometidos pelos alunos após a prática realizada, e os conceitos abordados nos auxiliam para os conceitos que mais tarde serão estudados.

4.4.10 – DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 10 - ESPELHOS EM ÂNGULOS

O objetivo dessa aula é o de compreender o processo de formação de imagem pelos espelhos planos, explicitando suas características e analisando associação de espelhos.

Contexto

Associando espelhos corretamente, é possível fazer com que as imagens refletidas se multipliquem de acordo com o ângulo formado entre as faces dos espelhos.

Ideia do Experimento

Dois espelhos têm um de seus lados unidos de modo que eles possam ser dispostos formando um ângulo. O ângulo menor fica entre as faces reflexivas. Coloca-se uma moeda entre as faces. Os raios de luz que partem dela chegam ao observador de vários modos:

I - Saem diretamente: *imagem real*.

II- Fazem uma única reflexão nos espelhos: *primeira ordem; imagem virtual*.

III - Fazem duas ou mais reflexões: *segunda ordem; imagem virtual, terceira ordem; imagem virtual etc.*

Elaboração da situação-problema

A resolução da situação problema ocorreu em forma de discussão sobre as questões propostas, relacionando os conceitos envolvidos à atividade experimental e aos eventos já conhecidos pelos alunos, pertinentes à situação. Para isso, as questões colocadas foram:

1. O que é um espelho plano?
2. Como se dá a formação de imagens pelos espelhos planos?
3. Quais os tipos e as características das imagens formadas pelos espelhos planos?
4. O que ocorre com o número de imagens à medida que o ângulo diminui?
5. Quais as situações em que são utilizadas as associações de espelhos planos e para quê?
6. Se um objeto for colocado entre dois espelhos planos e observarmos a formação de 11 imagens, é possível calcular o ângulo formado entre os espelhos?

Tempo da Atividade: aproximadamente 3 aulas.

Material Utilizado: espelhos planos; transferidor; um pequeno objeto; uma folha de papel.

Sequência Didática

Aulas	Procedimentos	Metodologias e Ferramentas
Etapa 1	Formar equipes com quatro integrantes.	Para a construção do experimento foi entregue para cada equipe um manual de montagens. (página 84)
Etapa 2	Calculando a constante elástica.	Seguindo o manual de montagens e aplicando o princípio da inércia, calculamos a constante elástica da mola.
Etapa 3	Relacionando o experimento	Seguindo o manual de montagens e colocando o

com o Teorema de Arquimedes. sistema de massas dentro do copo com água, calculamos a constante elástica da mola e aplicamos o princípio de Arquimedes.

Etapa 4 Calculando o Período e a frequência de Oscilação. Seguindo o manual de montagens e fazendo uma pequena oscilação no sistema, calculamos o período e a frequência de oscilação.

Ao construirmos o experimento em sala de aula, notamos que os alunos tiveram dificuldade em manusear o transferidor e não sabiam o que era plano bissetor. Com as intervenções do professor foi possível construir a prática e constatar que ela facilita o ensino na associação de espelhos planos.

Observamos inicialmente que os alunos responderam mais sobre as práticas que os espelhos planos oferecem que sobre as características e formação das imagens por eles formadas. Porém notamos que após o manuseio da prática compreenderam o assunto proposto. A questão 1, apesar de ser fácil, apresentou um índice de erro considerável, apesar do seu grau de dificuldade. Boa parte dos alunos se confundiram na questão 3, não estabelecendo com clareza a associação entre os tipos de imagens e as características de cada uma delas.

O alto índice de erro na questão 6 nos leva a concluir que os alunos apresentam uma dificuldade em isolar variáveis em uma expressão. Esse fato é uma constatação não apenas nossa, mas da maioria dos professores de Física nesse nível de ensino. Os resultados são mostrados nos gráficos e tabela abaixo.

Questões	Grupo Experimental		Grupo Tradicional		Total de erros por questão
	Erros	%/ Part.	Erros	%/ Part.	
1	8	28,57%	4	17,36%	12
2	14	50,00%	8	34,78%	22
3	15	53,57%	8	34,78%	23
4	14	50,00%	7	30,43%	21
5	6	21,42%	4	17,36%	10
6	21	75,00%	13	56,52%	34
Total de erros	78		44		
Alunos testados	28		23		

Tabela 10: Resultados da avaliação realizada na E.E. Guiomar de Freitas Costa, com os alunos 2º Ano do Ensino Médio – Turma C.

Percebemos que os alunos, em sua maioria, não tiveram um bom desempenho nessa avaliação, o que ficou evidente, principalmente, nas questões 2, 4 e 5, pois as respostas foram confusas, fora do conteúdo correspondente e, novamente, foram apresentadas respostas que não tinham nada a ver com o que foi perguntado. Porém verificamos novamente que, após a prática, os alunos obtiveram maior desempenho.

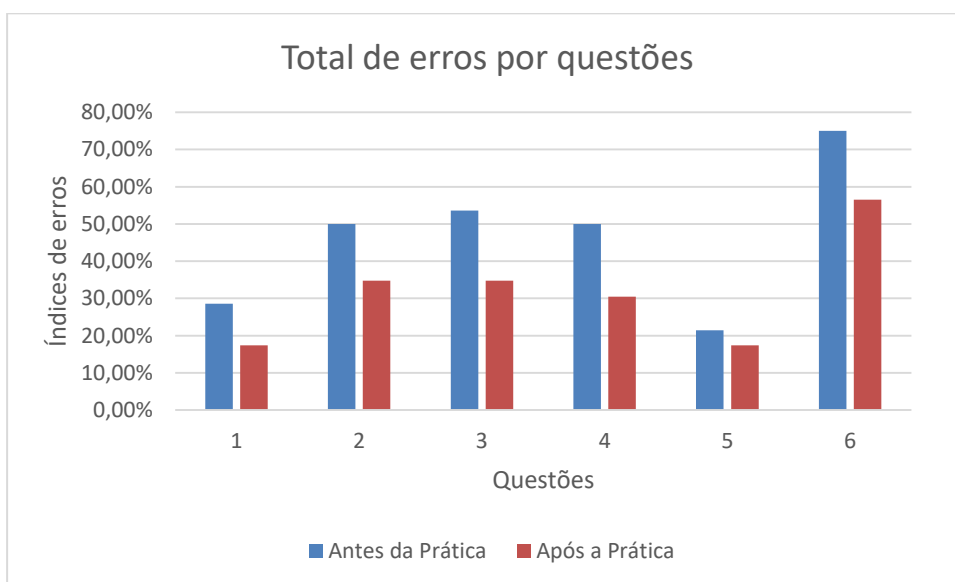


Figura 25: Histograma do total de erros por questões da E. E. Guiomar de Freitas Costa dos alunos 2º Ano do Ensino Médio – Turma C.

Os alunos manifestaram certo estranhamento em relação às questões dessa avaliação, o que já era de certa forma esperado. A maioria dos alunos acredita que as avaliações dessa disciplina devem ser apenas de cálculos, com a aplicação direta de fórmulas e sentem-se bastante inseguros em relação às questões propostas. Ao compararmos com as outras avaliações aplicadas, observamos que esta foi a que teve maior índice de erro. Apesar de apresentarem melhor resultado após a prática realizada, verificamos que cinco alunos testados anteriormente, não responderam às questões propostas por faltarem no dia dos questionamentos, mas observamos que o tema proposto contempla as questões 4 e 6, relatando que alcançamos sim o propósito da prática estabelecida, conforme observado no histograma 25.

4.4.11 – DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 11 - MECÂNICA GERAL

O objetivo dessa aula é apresentar aplicações específicas sobre as Leis de Newton, estudo sobre o movimento harmônico simples e o princípio de Arquimedes.

Ideia do Experimento

Podemos associar um sistema que contemple algumas aplicações das leis de Newton e relacioná-las com o movimento harmônico simples do mesmo. E posteriormente introduzimos o conceito de empuxo de uma força neste sistema.

Elaboração da situação problema

A resolução da situação problema transcorreu em forma de discussão sobre as questões propostas, relacionando os conceitos envolvidos à atividade experimental e aos eventos já conhecidos pelos alunos, pertinentes à situação. Para isso, as questões colocadas foram:

1. O que é constante elástica de uma mola?
2. O que é elongação de uma mola?
3. O que é um movimento harmônico simples?
4. O que é força de Empuxo?
5. Como funciona um balão inflável?

Tempo da Atividade: aproximadamente quatro aulas.

Material Utilizado - (fornecido pela Olimpíada Brasileira de Física): 01 régua de 30 cm; 05 massas (argolas); 01 fita adesiva; 01 cronômetro (Celular); 01 balança de precisão; 01 copo descartável; Água.

Relato da experiência

Referente à atividade em sala, notamos, inicialmente, que os alunos apresentam certo interesse nos temas propostos, assim o professor conduzirá a prática gradativamente na sequência proposta, com

muita cautela, devido ao nível de complexidade relatado, por isso essa prática deverá ser realizada somente na terceira série do Ensino Médio, visto que abordamos três conceitos do Ensino de Física.

Notamos que os alunos antes da prática realizada encontraram uma grande dificuldade em responder à questão três, e já era um resultado esperado devido ao grau de dificuldade que o conteúdo apresenta. Observamos, também, que após a prática realizada os alunos obtiveram melhor desempenho nas cinco questões propostas. Os resultados são mostrados a seguir.

Questões	Antes da Prática		Após a Prática		Total de erros por questão
	Erros	%/ Part.	Erros	%/ Part.	
1	10	41,67%	7	31,82%	17
2	8	33,33%	5	22,73%	13
3	12	50,00%	8	36,37%	20
4	9	37,50%	7	31,82%	16
5	10	41,67%	6	27,27%	16
Total de erros	49		33		
Alunos testados	22		24		

Tabela 11: Resultados da avaliação realizada na E. E. João Rezende, com os alunos 3º Ano do Ensino Médio – Turma D.

Analisando a tabela 11, verificamos que houve uma redução não tão significativa após a prática realizada, porém observamos que os alunos compreenderam vários assuntos em uma prática que auxilia na compreensão dos assuntos abordados.

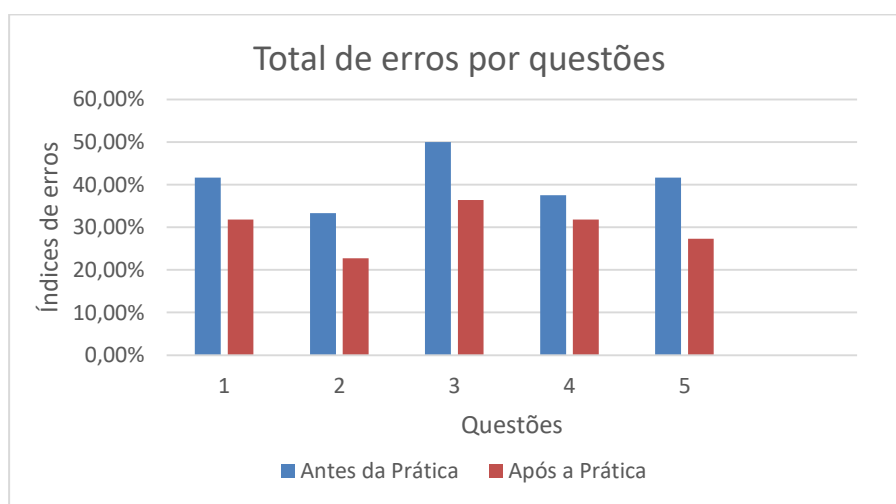


Figura 26: Histograma do total de erros por questões da E.E. João Rezende dos alunos 3º Ano do Ensino Médio – Turma D.

De acordo com histograma 26, percebemos que em todas as questões elaboradas, os alunos obtiveram melhor desempenho após a prática realizada e verificou-se uma queda nos erros cometidos pelos alunos nas questões 3 e 5. E notamos, também, que os alunos compreenderam melhor a relação da força aplicada e a deformação da mola utilizada comprovada no questionário (vide anexo B).

4.4.12 – DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA 12 – EFEITO FOTOELÉTRICO

Essa foi uma atividade apresentada inicialmente aos professores participantes no SNEF no ano de 2017, quando foi realizada uma abordagem qualitativa para discutir temas ligados aos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea na perspectiva de uma aprendizagem significativa e contextualizada.



Figura 27– Foto da Oficina Realizada no SNEF 2017 – USP – São Carlos. (Fonte: Arquivo pessoal)

A atividade foi preparada com o propósito de fazer a demonstração do Efeito Fotoelétrico, usando, para isso, simulações computacionais e manuseio de dispositivos fotovoltaico versus equilíbrio de corpo extenso. Questionários foram utilizados para verificar como os alunos estão associando os novos conhecimentos, com os conteúdos já estudados sobre a eletrização de um condutor e o equilíbrio de corpo extenso, e como associarão esses conteúdos à demonstração do Efeito Fotoelétrico.



Figura28– Foto da Oficina Realizada no SNEF 2017 – Efeito Fotoelétrico. (Fonte: Arquivo pessoal).

Contexto Histórico do Efeito Fotoelétrico.

O histórico do descobrimento do Efeito Fotoelétrico até sua explicação apresenta grande potencialidade para mostrar que Física é uma construção humana. Nessa visão apresentada teremos uma Física que explique os fenômenos do mundo atual e situações relacionadas ao contexto local do aluno para ser mais atrativa para esses alunos.

Por volta de 1887, o físico Heinrich Hertz (1857-1894), através de experimentos, confirmou pela primeira vez a existência das ondas eletromagnéticas e a teoria de Maxwell sobre a propagação da luz. Hertz descobriu que uma descarga elétrica entre duas esferas de zinco ocorria de maneira muito mais fácil quando uma delas era iluminada por luz ultravioleta. Em outras palavras, o que ele descobriu foi que a luz pode interferir nas propriedades elétricas dos objetos, já que a luz ultravioleta facilitava a descarga elétrica ao fazer com que elétrons fossem emitidos pela superfície do catodo.

Dois anos depois, em 1889, J.J. Thomson (1856-1940) explicou que a emissão de elétrons por uma superfície, quando iluminada por luz apropriada, ocorria porque a luz é uma onda eletromagnética que, ao atingir os átomos da rede cristalina do metal, faz com que os elétrons livres em seu interior passem a vibrar conforme sua frequência de oscilação; alguns desses elétrons, então, poderiam ganhar energia suficiente para conseguir escapar do metal.

Em 1900 Max Planck pode observar a partir da radiação de um corpo negro que a luz tinha característica dualística, e assim conclui-se que, ora ela se comportava como onda, ora se comportava como partícula (quanta de energia), o que mais tarde foi denominado por Einstein de Fótons.

Em seguida, em 1902, Philipp Lenard (1862-1947) realizou alguns experimentos para certificar se a emissão de elétrons pelo metal estava de acordo com o previsto pela teoria clássica. Ele fez com que luz branca composta por diversos espectros de cores incidisse sobre uma placa de dentro de um recipiente de vidro, isolado pelo vácuo, e com isso, foi capaz de medir a velocidade dos elétrons, ao carregar uma segunda placa de metal (receptora) com carga negativa, o que repelia os elétrons emitidos pela placa emissora: assim, apenas os elétrons mais velozes seriam capazes de atingi-la.

A explicação para efeito fotoelétrico foi apresentada pelo jovem físico alemão, Albert Einstein (1879-1955), em 1905, no seu trabalho, sob o título "Übereinen die Erzeugungund UmwandlungdesLichtesbetreffendenheuristischenStandpunkt" ("Sobre um ponto de vista heurístico

concernente à geração e transformação da luz"). Einstein publicou o artigo que conseguiu explicar os resultados obtidos nos experimentos com efeito fotoelétrico., sugerindo que nesse caso a luz não se distribuía continuamente no espaço, mas de forma quantizada e discreta como pequenos pulsos, aos quais chamou de fóton.

Einstein adotou a ideia de Planck sobre quantização de energia, em que a energia (E) correspondente a cada partícula de luz (fóton) poderia então ser obtida multiplicando-se o valor da frequência (ν) da luz incidente por um valor constante ($6,6260693 \times 10^{-34}$ J.s) que seria então chamada de “Constante de Planck” e representado pela letra (h). Ou seja:

$$E = h \cdot f \text{ (Energia de Planck) (Equação 5)}$$

Também considerou que a energia necessária para arrancar os elétrons de uma superfície, chamada função trabalho e representada por (W), é uma quantidade que deve ser a diferença entre a energia do fóton incidente e a energia mínima necessária para remover o elétron do material. Essa energia seria dispersa na superfície cristalina quando houvesse a ejeção de elétrons pelo metal. Segundo as leis de conservação de energia, seria possível então obter o valor da energia cinética (E_c) necessária para cada elétron que chegasse à placa receptora, é obtida subtraindo o valor da função trabalho, característica do metal, da energia que o elétron receberia do fóton incidente, de forma que:

$$E_c = h \cdot f - w \quad \text{(Equação 6)}$$

Dessa forma mostrou que a energia dos elétrons não dependia da intensidade da luz, mas sim de sua frequência. Se a energia do fóton incidente for menor que a função trabalho do metal, ele não conseguirá arrancar nenhum elétron de sua superfície, ou seja, não ocorre efeito fotoelétrico. O conceito de fóton com partícula da luz também explica a ejeção imediata de elétrons pelo metal: não há a necessidade de se ficar absorvendo a energia de uma onda eletromagnética até acumular o necessário para escapar do metal; o elétron absorve a energia do fóton de uma única vez.

Segundo Einstein o efeito fotoelétrico ocorre porque a luz é composta por partículas que, incidindo sobre certos metais, levam à emissão de elétrons, cuja energia não depende da intensidade da luz, mas sim de sua frequência.

Ideia do Experimento

Para uma aprendizagem significativa é necessário a incorporação do novo conhecimento à estrutura cognitiva que o aluno já possui. Frente a esse desafio é necessário e fundamental partir do

conhecimento prévio dos alunos para apresentar os novos conteúdos para que se tenha uma aprendizagem efetiva.

Assim foi elaborado esse experimento que consistia de montar um condutor (placa de alumínio) suspenso em equilíbrio em uma haste de maneira a eletrizá-la e a posteriori, incidir luz nesse condutor a fim de mostrar o movimento da mesma para demonstrar o efeito fotoelétrico.



Figura 29– Foto da Oficina Realizada no SNEF 2017 – Professores participantes. (Fonte: Arquivo pessoal)

A resolução da situação problema ocorreu em forma de discussão sobre as questões propostas, relacionando os conceitos envolvidos à atividade experimental e aos eventos já conhecidos pelos alunos, pertinentes à situação. Para isso, as questões colocadas foram:

1. Como manter um corpo extenso em equilíbrio?
2. Quais são os processos de eletrização?
3. Como podemos eletrizar um sistema por atrito?
4. Explique o processo de eletrização por contato e por indução eletrostática?
5. Em que consiste o efeito fotoelétrico? Cite uma aplicação.

Tempo da Atividade: aproximadamente cinco aulas.

Material Utilizado: Madeiras; Pregos; Furadeira; Retalho de latinha de refrigerante; Martelo; Contra peso; Fita Isolante; Fio de Alta Tensão; Interruptor; Chave de Fenda; Reator específico para lâmpada de Sódio (220V); Lâmpada de Sódio (70W-220V); Pano de Lã; Bastão de plástico.

Sequência Didática

Primeiro momento

Aulas	Conteúdos	Metodologias e Ferramentas
Aula 1 e 2	Revisão sobre os processos de eletrização e Lei de Coulomb	Aula expositiva
Aula 3	Demonstração do equilíbrio de corpo extenso	Utilização de simulações computacionais / referência: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balancing-act
Aula 4	O que é “Quantização” e a equação de Planck. O efeito fotoelétrico.	Diálogo, levantamento do conhecimento prévio. Aula dialogada questionando e explicando a quantização.

Segundo Momento

Aulas	Conteúdos	Metodologias e Ferramentas
Aula 1	Conhecendo o problema e trabalhando o conhecimento prévio sobre a eletrização de corpos condutores	Utilização do processo de eletrização por atrito, contato e indução.
Aula 2	Estabelecendo o equilíbrio de corpos extensos.	Utilização de conceitos sobre como equilibrar corpos extensos e aula expositiva com uso de multimídia (data show).
Aula 3	Efeito Fotoelétrico e uso das Tecnologias da Informação e Comunicação para consolidação dos conhecimentos.	Uso de simulação computacional / Referência: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/photoelectric
Aula 4	Aplicações do Efeito Fotoelétrico:	Manuseio do experimento, explicado abaixo.

Dispositivos com fotocélulas

Na oficina verificamos que os professores participantes acharam o tema bem interessante, visto que não há muitos relatos sobre o assunto abordado e sugeriram algumas mudanças para o melhor desempenho da prática, como por exemplo, a mudança da luz incidente por luz ultravioleta e tentar confeccionar o experimento em microescala a fim de obter maior precisão (vide anexo B).

Verificamos uma enorme curiosidade no grupo experimental em conseguir realizar um experimento de física moderna e, surgiram várias ideias de como poderíamos ministrar esse conteúdo com a prática proposta.

Como essa prática foi desenvolvida com professores no SNEF, não houve o comparativo da aula tradicional com a aula experimental, com a qual em todas as práticas anteriormente mencionadas, obtivemos o melhor desempenho no aprendizado do Ensino de Física. Essa atividade será realizada com os alunos do terceiro ano do ensino médio, quando será verificada sua eficácia.

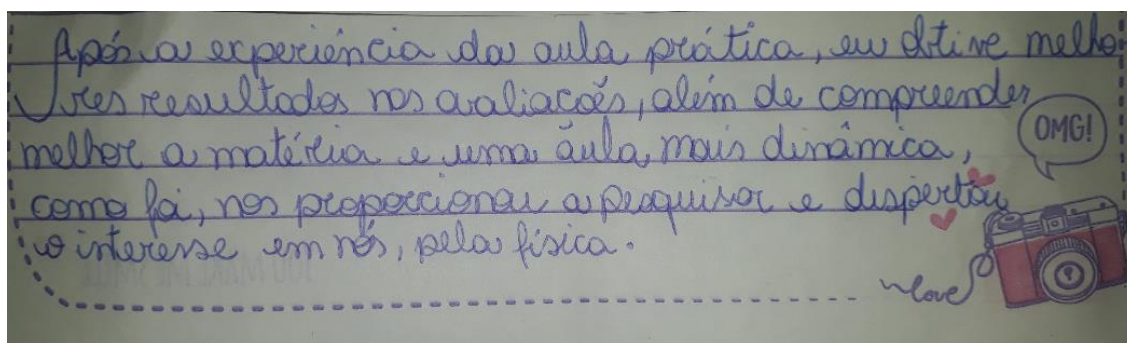
4.5 - RESULTADOS DOS PRÉ-TESTES E PÓS-TESTES

Uma forma de avaliar a eficácia da nossa proposta foi feita a partir da realização de duas avaliações específicas para o primeiro ano do Ensino Médio, uma após a aula expositiva (Anexo A) e a outra para a mesma turma após a aula experimental (Anexo B). As turmas do primeiro ano do Ensino Médio foram escolhidas, porque apresentavam baixo índice de desenvolvimento e não possuíam um conceito bem formado sobre conceitos Básicos de Física vistos no Nono Ano do Ensino Fundamental. Foi realizada também uma avaliação escrita espontânea dos alunos, na qual eles externaram suas opiniões sobre o estudo sem e com a física experimental (quadro 1e 2).

Para avaliar a evolução conceitual dos alunos sobre as práticas efetuadas em sala, foi aplicado um pré-teste aos grupos experimentais no intuito de conhecer suas concepções prévias sobre as práticas abordadas. Posteriormente, no final do período o mesmo teste foi aplicado (pós-teste). Ambos os testes não tiveram o intuito de avaliar o aluno no quesito de nota, justamente para estimulá-los a responderem de forma autêntica, usando suas próprias ideias e não aquelas que o professor ensinou. No sentido de avaliar a participação dos estudantes e de ter uma melhor concepção dos conceitos

primordiais dos mesmos foi feita uma distribuição do percentual das atividades respondidas antes da prática efetuada.

Em cada aula ministrada foram realizadas práticas para melhorar o desempenho dos alunos no Ensino de Física. O comparativo dos resultados bimestrais evidencia a melhora nos boletins e também satisfação na aprendizagem segundo os educandos. Podemos evidenciar os bons resultados do grupo experimental com o depoimento dos alunos que participaram das aulas práticas.



Aluno 8

Após a realização das atividades, pude notar que os alunos passaram a ter mais interesse no conteúdo em comparação ao modelo tradicional (oralidade, lousa e giz), aumentando assim as discussões e as interações com qualquer experimento proposto. Enfim, pela observação e contato com os alunos consegui perceber quem apresentava maior ou menor dificuldade de aprendizagem, necessitando de auxílio ou não, tanto fora quanto dentro do ambiente de aprendizagem, podendo oferecer um ensino dirigido e individualizado de modo a contribuir com sua evolução no aprendizado.

Os alunos envolvidos no projeto avaliaram positivamente a aula e afirmaram ser mais significativa e motivadora para o estudo de física. Elencamos algumas avaliações no quadro 2.

QUADRO 2 – Fala dos alunos da Escola Estadual João Resende após as práticas realizadas.

Aluno	Fala dos alunos após as práticas propostas
Aluno 8	“Reconheço o esforço e dedicação do professor e pesquisador na proposta de um ensino diferente e inovador necessário nos dias de hoje.”
Aluno 9	“Foi uma aula bem diferente e prazerosa, despertando não só para o conteúdo, mas

também, para conceitos que ligam a física com a natureza.”

Aluno 10 “Percebo que com as práticas o nosso interesse pelo Ensino de Física melhora e, faz com que a física não seja um bicho de sete cabeças.”

Aluno 11 “Aprendemos a trabalhar em equipe e a respeitar as diferenças do outro.”

Aluno 12 “O aprendizado é mais eficaz quando o professor utiliza diversos recursos inovadores e um deles é a prática com experimentos de baixo custo, e estes estão sempre presentes nos livros didáticos do Ensino Fundamental e Médio.”

No geral, percebi que, após a participação dos alunos nas práticas experimentais, houve uma mudança no comportamento ao longo do desenvolvimento do estudo em relação às atividades propostas, a interação dos alunos com o professor e entre si, aumentando assim o interesse pelo Ensino de Física, o que nos leva a acreditar na eficácia do tratamento para a facilitação da aprendizagem significativa desses alunos.

Foram realizadas avaliações, abordando os conceitos relativos aos temas propostos nesse estudo. E mostramos a análise coletada antes e depois das práticas efetuadas nos grupos experimentais nas Escolas Estaduais João Resende (Gráfico 1) e Guiomar de Freitas Costa (Gráfico 2).

Gráfico 1

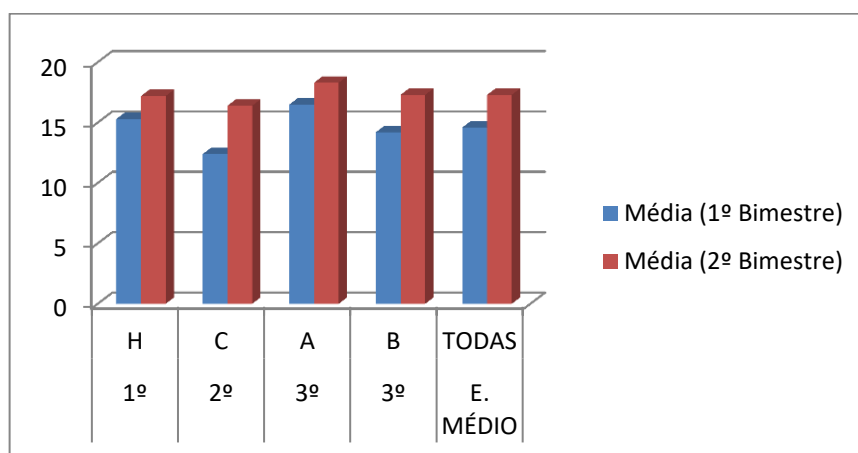


Figura 29: Histograma das avaliações na Escola Estadual João Resende.

Gráfico 2

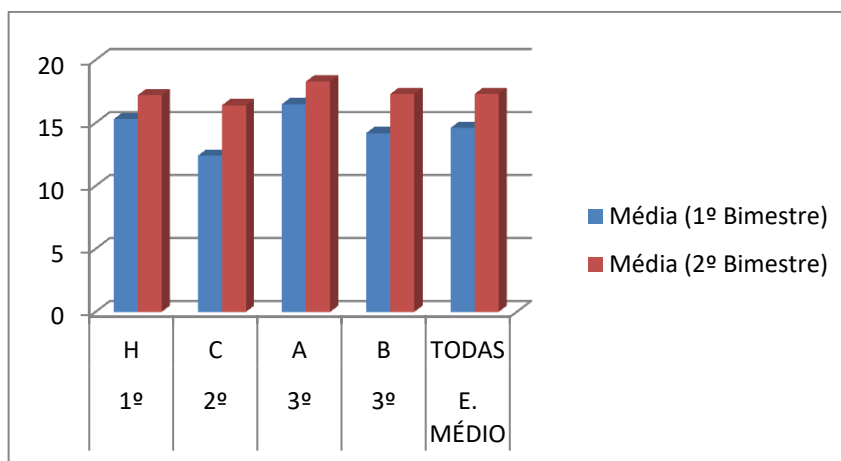


Figura 30: Histograma das avaliações na Escola Estadual Guiomar de Freitas Costa.

As atividades propostas mostram o desempenho satisfatório não só em termos de notas, mas na formação científica que o educando conquistou durante o processo interativo realizado em sala de aula.

Foi possível observar que o atendimento individualizado foi melhor e que houve mais interação entre os escolares, eles ficaram mais empolgados e sentiram mais segurança para discutir sobre os fenômenos apresentados. Percebi que nas aulas tradicionais eles ficavam mais entediados, não faziam perguntas e acreditavam que estavam aprendendo, mas não participavam do processo e, por não terem uma aprendizagem significativa, esqueciam facilmente o que foi ensinado e, essas incertezas geram o medo de errar e muitas vezes plantam em suas mentes que a Física é de difícil compreensão e que não conseguem entendê-la. Com a experimentação pude observar que aumentou o interesse pelas aulas, o que pode estimular o interesse deles pela Ciência e assim conquistar mais adeptos para uma ciência criativa e participativa.

4.6 – MINHA AVALIAÇÃO DO TRABALHO PEDAGÓGICO

Construir uma avaliação de uma atividade pedagógica não é uma tarefa muito simples. Apesar desse fato, reconhecemos a importância de avaliarmos a eficácia do nosso trabalho. Desejamos com isso analisar se os educandos compreendem que a ciência experimental intensifica o saber e a criatividade.

Uma vez que podemos notar que a prova realizada pelos alunos, muitas vezes não reflete se os mesmos compreenderam o assunto abordado. E com esse modelo de Ensino observamos a participação e colaboração de todos nas diversas etapas do processo. Avaliamos as práticas como um modelo de

ensino, utilizando basicamente a intervenção pedagógica em momentos oportunos para auxiliar as dificuldades individuais de cada educando.

Com base em nosso ponto de vista sobre as atividades experimentais elaboradas e reconhecendo a escola como um espaço de aprendizagem por cooperação, é que foi realizada essa proposta de ensino através de um modelo simples com o objetivo de possibilitar que os alunos vivenciassem situações cooperativas, coletivas e de troca de experiências e reconhecessem como relevantes para a sua aprendizagem.

Verificamos, ainda, que atividades cooperativas trouxeram resultados significativos numa atividade em sala de aula, e que essas podem ser adequadas ao conteúdo que está sendo abordado pelo professor. É notória em nosso meio a predominância do ensino estritamente livresco e formal, sem vínculos com a realidade prática, e a ausência de desafios, o que inevitavelmente contribui para o desinteresse dos jovens pelas ciências e suas aplicações práticas, a despeito delas estarem presentes no seu cotidiano.

Quando realizamos a atividade prática da Prensa Hidráulica notamos, no pós-teste, que os educandos além de compreenderem os conceitos abordados sobre o conceito de pressão conseguiram com maior facilidade sair de uma situação problema como a questão proposta. Verificamos isso nos gráficos do desempenho escolar da turma do segundo ano do Ensino Médio Turma C da Escola Estadual Guiomar de Freitas Costa.

Comprova-se também, com o desempenho de outra turma do primeiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual João Resende, que o processo de Ensino Aprendizagem com as atividades experimentais propostas facilitaram o entendimento de um conteúdo tão rejeitado pela maioria dos alunos, pois a arte de por a mão na massa nos auxilia em sala de aula e faz com que o educando faça parte do contexto e melhore a interpretação de modelos mais complexos (ORLANDI, 2006).

As atividades propostas mostram o desempenho satisfatório não só em termos de notas, mas na formação científica que o educando conquistou durante o processo interativo realizado em sala de aula. Foi aplicado um questionário de opinião com a finalidade de avaliar a contribuição de inserção das práticas desenvolvidas para a melhoria das aulas. Todos os alunos do grupo experimental responderam a esse questionário, cujos itens são apresentados a seguir:

Nº	Questões	Respostas dos alunos
1	Você já tinha feito alguma experiência sobre o conteúdo de física?	14,08% afirmaram já ter feito algum experimento, mas aproximadamente 86% dos alunos questionados responderam que nunca fizeram um experimento de física.
2	Existe ou já existiu laboratório em sua escola?	76% dos alunos afirmaram que não há laboratório na escola e que não sabem se já existiu um dia. Provavelmente os 24% que afirmaram que não há laboratório nos dias atuais conhecem alguém que já estudou na escola e confirmaram que já existiu laboratório na escola.
3	As aulas experimentais facilitam a sua compreensão dos conceitos de Física?	Todos os alunos responderam afirmativamente essa pergunta. Os principais relatos foram: “entendemos melhor a matéria”, “entendemos o que está escrito nos livros”, “aprendemos na prática o que está na teoria”.
4	Quais os aspectos positivos de uma aula experimental?	Disseram que as aulas ficam mais criativas, divertidas e mais descontraídas e que facilita o entendimento da matéria, pois a interação entre o professor e aluno se estreita, podendo o professor enxergar as dificuldades de cada um.
5	Quais os aspectos negativos de uma aula experimental?	Não houve apontamentos negativos para essa questão e, ressaltaram apenas que a aula deve ser bem planejada para não “desperdiçar o tempo de aula”.
6	As aulas experimentais deveriam ocorrer com mais frequência? Aponte a sua opinião a respeito.	Todos os alunos afirmaram que deveria sim acontecer com mais frequência.
7	Em sua opinião, por que elas não acontecem com frequência?	As respostas dos alunos foram: “a direção da escola não coopera”, “o governo não investe na educação”, “os professores têm preguiça de fazer aulas diferentes”,

		“não tem laboratório na escola”.
--	--	----------------------------------

Tabela 3: Questionário realizado nas E. E. Guiomar de Freitas Costa e E. E. João Rezende, com os alunos do Ensino Médio.

Uma preocupação que sempre tive foi o uso de uma linguagem acessível ao Ensino de Física e a criação de um ambiente favorável à descoberta. A excelente acolhida dos educandos me encorajou a dar o próximo passo – a organização de um site que possa auxiliar alunos e professores. Criando um ambiente instigante onde os participantes se sintam estimulados a trabalhar em equipe e a desenvolver novas ideias, associando conceitos básicos a projetos práticos e de baixo custo, acessíveis a todas as escolas da rede pública.

A ideia central é que as escolas possam gerar o seu próprio acervo de inovações a fim de auxiliar o educador na melhoria da cultura científica da nossa população e para a disseminação da importância da criatividade e da atitude empreendedora para o nosso desenvolvimento socioeconômico.

Durante o desenvolvimento do trabalho foram aplicados pré-testes e pós-testes, com objetivo de verificar os conceitos que os alunos já possuíam e o que apreenderam ao longo das atividades realizadas.

O pré-teste (Apêndice A) aplicado aos alunos foi de extrema importância para verificar as deficiências que os mesmos enfrentam no Ensino de Física. Nele podemos notar que os alunos possuíam muitos conceitos alternativos para explicar um fenômeno físico e muitas vezes de forma errada, podendo comprometer alguns conceitos de extrema importância para o Ensino de Física.

Com este teste podemos também observar que eles (os alunos) não conseguem organizar suas ideias. Naturalmente, cada estudante, ao seu modo, aprende a analisar e a resolver os diversos questionamentos que lhes surgem. É importante ressaltar que em cada área de estudos, há aspectos diferentes a serem abordados e analisados.

Especificamente no Estudo de Física aparecem exercícios em que a sequência na análise do enunciado é fundamental, onde podemos comprovar com a questão 2 do pré-teste.

Pelo pré-teste podemos também salientar conceitos que foram fundamentais para a análise posterior no desenvolvimento da sequência 4 (Elevador hidráulico), bem como conceitos já antes estudados no início de mecânica, como por exemplo: “...para que o cadeirante seja elevado com velocidade constante.” Um dos conceitos primordiais da Cinemática.

O pós-teste (Apêndice B) comprova que os alunos tiveram melhor desempenho após as práticas realizadas. Neste teste, aplicado após as práticas de 1 a 12, podemos perceber o que os alunos conseguiram responder conceitos básicos que antes eram vistos de forma complicada e inacessível.

De acordo com o apêndice C, foi feito um questionário de opiniões a fim de relatar a importância da construção de um ambiente propício ao aprendizado de Física e reforçar a importância de práticas experimentais em sua escola.

No apêndice D, compartilho meu produto, que consiste em doze propostas de experimentos de baixo custo para aplicar no ensino, a fim de melhorar o interesse do aluno para aprender de forma criativa alguns dos conceitos do Ensino de Física.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi instigante perceber como os alunos aprovaram a simples arte de ensinar, e isso nos estimula a preocupar com a elaboração das atividades. Em seus relatos, disseram ter gostado bastante das aulas experimentais. Ressaltaram ainda a importância de sempre buscar novas estratégias de ensino, já que a informação e os meios que as transmitem estão em constante evolução. Eles acreditam, assim como eu, que as práticas pedagógicas utilizadas pelos professores no ensino também devem acompanhar as modificações da sociedade, para que os resultados sejam mais eficientes.

Pelo resultado do pré-teste que fiz em sala de aula antes da aplicação das atividades experimentais, identificamos que os alunos possuíam algum conhecimento sobre o assunto, mas não conseguiam associar o conteúdo visto em sala de aula com o tema proposto. Mas após a realização das atividades práticas específicas, verificamos nos pós-teste que os educandos tiveram melhores resultados no desempenho escolar.

Esse desempenho nos mostra que uma aula prática torna-se agradável e prazerosa tanto para os alunos quanto para o professor, haja vista maior liberdade de interação em prol do aprendizado. Nesse contexto, ambos são recompensados, o professor pelo valor que o aluno dá a sua aula e o aluno por desenvolver uma atividade que lhe dá prazer, sem ser obrigado a ficar em silêncio quase que o tempo todo, pois ele faz parte do processo de conhecimento.

Podemos, portanto, afirmar que o melhor desempenho do grupo experimental foi, de fato, devido ao que se refere às práticas desenvolvidas em sala de aula com a participação de todos

envolvidos no processo. Finalmente destacamos o fato de ter sido um pequeno estudo, planejado com poucas atividades experimentais, desenvolvido em condições de pouca infraestrutura e, cabe ao professor compartilhar mais relatos de aulas práticas para a melhoria do Ensino de Física no Ensino Básico. Mesmo assim, alcançamos resultados bastante satisfatórios em relação ao ensino dos dias atuais, o que nos faz acreditar no potencial da experimentação, bem planejada, como agente facilitador da aprendizagem significativa no Ensino de Física.

Nota-se o quão importante é mudar ou transformar o ambiente de ensino- aprendizagem, quebrar a rotina e fazer com que os educandos não pareçam estar em uma aula de Física, pois como sabemos a maioria consideram-na uma disciplina difícil, tediosa, aterrorizante, cansativa, e que exige muita atenção e conhecimentos básicos de matemática e interpretação de textos, extremamente necessários tanto na interpretação da teoria, dos exercícios, das situações cotidianas quanto para demonstrar os fenômenos naturais através de cálculos.

Com o desenvolvimento dessas atividades espero despertar o interesse e a curiosidade dos estudantes na busca pelo conhecimento físico do mundo, que eles possam saber qual a importância da Física para a vida social e acadêmica de cada um deles. O motivo para elaborar e montar experimentos com os alunos, e solicitar para que eles também produzam um experimento que eles próprios escolham, auxiliará no desenvolvimento da autonomia desses estudantes na busca de entender como funciona e como se aplica o conhecimento adquirido em sala.

Ao se trabalhar a física através de experimentos de baixo custo, estaremos buscando desenvolver nos estudantes a capacidade de elaborar e executar atividades de forma autônoma e com a preocupação com o meio ambiente, e, conseqüentemente, isso contribuirá para a apropriação do conhecimento dos envolvidos no processo. Os alunos envolvidos nas atividades poderão observar o sincronismo entre o conhecimento teórico e o aplicado através de práticas experimentais que enfatizem a descrição qualitativa dos fenômenos físicos e com isso poderão ter um maior interesse e compreensão dos fundamentos científicos.

Assim com o desenvolvimento desse projeto, esperamos estimular a curiosidade e o interesse dos alunos da escola na cooperação, elaboração e montagem de experimentos, usando materiais de baixo custo e também viabilizar a difusão dos resultados na comunidade local e assim despertar o interesse das pessoas pela Física.

6. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. L. F. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2007.
- ARAÚJO, M. S. T. e ABIB, M. L. V. S., *Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25 (2), 2003.
- BARROS, P. R. P.; HOSOUME, Y., Um olhar sobre as atividades experimentais nos livros didáticos de física. In: *Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. 2008. Curitiba. p. 1-12, 2016.
- BORGES, A.T., Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 3, p. 9-31, dez. 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/Semtec, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). *PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/Semtec, 2006.
- DIOGO, R. C.; GOBARA, S.T., Sociedade, educação e ensino de física no Brasil: do Brasil Colônia ao fim da Era Vargas. In: *Anais do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 17., 2007, São Luis, MA, 2007.
- EIRAS, W.C.S., *Investigando as atividades Demonstrativas no Ensino de Física*. In: *Anais do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Manaus – AM, 2011.
- FONSECA, S. S. N.; BRITO, E. P. C.; DOMINGUES, R. O.; SILVA, R. E. B.; TENÓRIO, A. C., *Promovendo novas alternativas para o Ensino de Física*. In: *Anais do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Manaus – AM, 2011.
- JONATHAN, B; SAMS, ARAON; *Sala de Aula Invertida – Uma Metodologia Ativa de Aprendizagem* – Editora LTC; 2007.
- LEFRANÇOIS, G. R., *Teorias da Aprendizagem*. Editora Cengage, 2013.

MOREIRA, M. A.; AXT, R., *O papel da Experimentação no Ensino de Ciências*. Tópicos em Ensino de Ciências. São Paulo Distribuidora, São Paulo, 1992.

PIETROCOLA, M. (ORG.), *Ensino de Física*, 2º Edição, Florianópolis, Editora da UFSC, 2005.

PINHO ALVES, J., Atividades experimentais do método à prática construtivista. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação/Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis, SC, 2000.

SBF – Sociedade Brasileira de Física, Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física – MNPEF, 2018.

TAVARES, A. D., MECÂNICA FÍSICA – Abordagem Experimental e Teórica. Editora LTC, 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE A – PRÉ-TESTE APLICADO AOS ALUNOS

1. Aceite que a sua opinião e o conceito científico são diferentes: Que conceito físico você utiliza para explicar um fenômeno de forma errada?

2. Organize todas as informações dos enunciados das questões - De acordo com o enunciado abaixo responda aos questionamentos:

(ENEM 2013) Para oferecer acessibilidade aos portadores de dificuldades de locomoção, é utilizado, em ônibus e automóveis, o elevador hidráulico. Nesse dispositivo é usada uma bomba elétrica, para forçar um fluido a passar de uma tubulação estreita para outra mais larga, e dessa forma acionar um pistão que movimenta a plataforma. Considere um elevador hidráulico cuja área da cabeça do pistão seja cinco vezes maior do que a área da tubulação que sai da bomba. Desprezando o atrito e considerando uma aceleração gravitacional de 10m/s^2 , deseja-se elevar uma pessoa de 65 kg em uma cadeira de rodas de 15 kg sobre a plataforma de 20 kg.

Qual deve ser a força exercida pelo motor da bomba sobre o fluido, para que o cadeirante seja elevado com velocidade constante?

- a) 20N b) 100 c) 200N d) 1000N e) 5000N

2.1) Em que princípio se baseia o elevador hidráulico?

2.2) Qual a massa total sobre a plataforma?

2.3) O que significa: “... para que o cadeirante seja elevado com velocidade constante?”

3. Desenhe os corpos envolvidos e os vetores caso existam - Represente em forma esquemática um desenho da situação proposta na questão 2.

4. Interprete as fórmulas de acordo com o nosso cotidiano: Analisando a expressão $P = m \cdot g$, referente ao tema proposto explique o seu significado e relacione com uma prática já vivenciada.

5. Entenda como o conceito se relaciona com o dia-a-dia: Explique um conceito físico já presenciado na prática experimental 4 – Elevador Hidráulico.

APÊNDICE B – AVALIAÇÃO APLICADA AOS ALUNOS APÓS O ESTUDO EXPERIMENTAL

01) De acordo com a prática 1, quais as unidades métricas mais convenientes para se medir:

a) Altura de uma porta?

b) Largura da sua carteira?

c) Espessura de uma folha de papel?

d) Comprimento de uma avenida?

02) Quais os tipos de energia são transferidas quando o carrinho desce a rampa na prática 2?

03) Calcule a pressão exercida por uma pessoa na base triangular da prática 3.

04) Represente a relação entre as forças aplicadas nos êmbolos das seringas da prática 4.

05) Quais as características da imagem formada na câmara escura de orifício de acordo com a prática 7?

06) O que acontece a uma mola se ela for esticada cada vez mais com maior força relativo à prática 11? Esboce o gráfico da força em função da deformação para este caso.

07) Quais fatores interferem para que a prática 12 não funcione? O que devemos fazer para consertá-la?

APENDICE C - QUESTIONÁRIO DE OPINIÕES INICIAIS

1 – Você já tinha feito alguma experiência sobre o conteúdo de física?

Sim () Não ()

2 – Existe ou já existiu laboratório em sua escola?

Sim () Não ()

3 – As aulas experimentais facilitam a sua compreensão dos conceitos de Física?

Sim () Não ()

4 – Quais os aspectos positivos de uma aula experimental?

5 – Quais os aspectos negativos de uma aula experimental?

6 – As aulas experimentais deveriam ocorrer com mais frequência? Aponte a sua opinião a respeito.

7 – Em sua opinião, por que elas não acontecem com frequência?