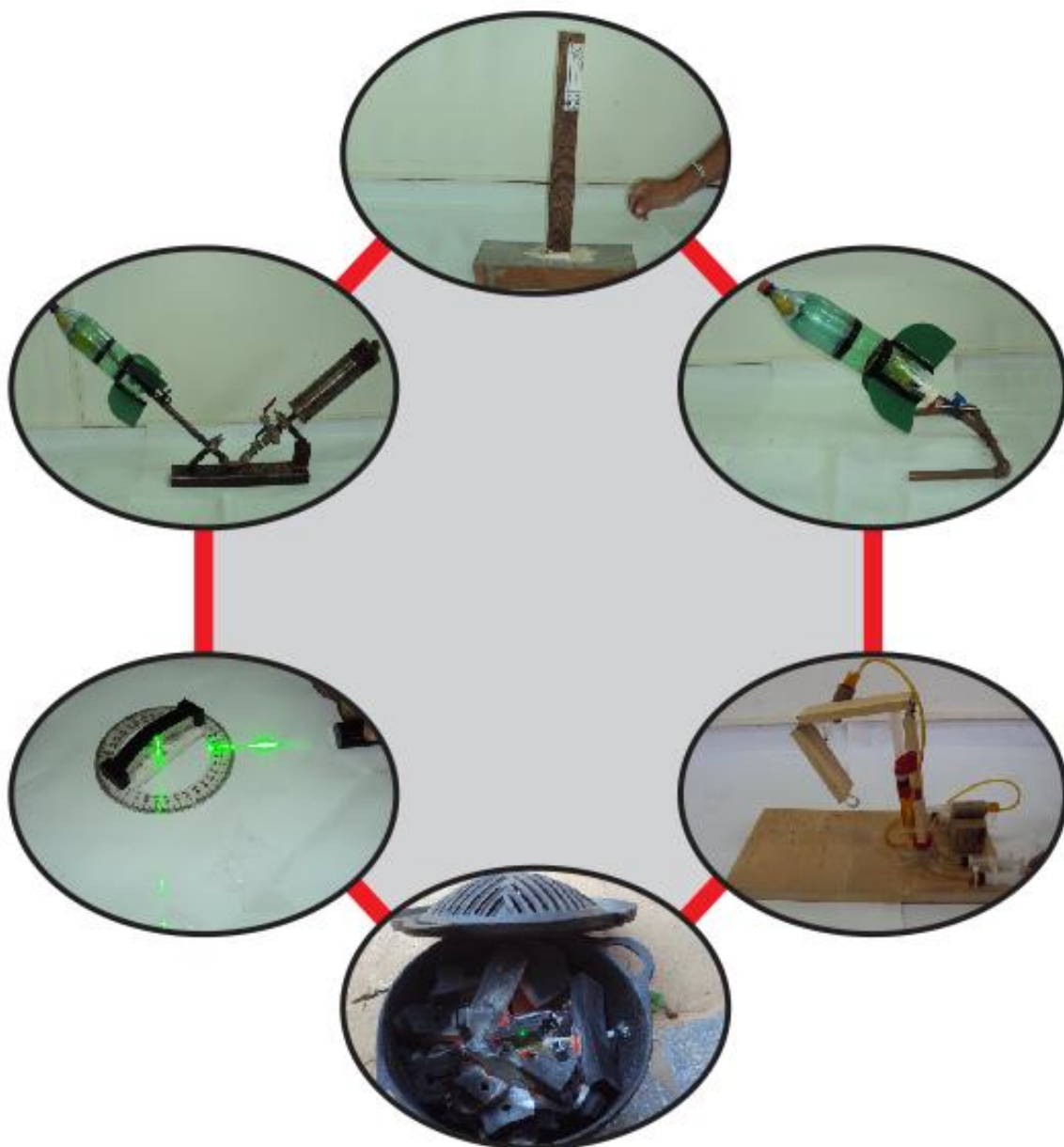


Produto Educacional

Experimentos de Física e reflexões sobre a experiência



Marcio Adolfo de Almeida

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA – UNIR
DEPARTAMENTO DE FÍSICA DE JI-PARANÁ – DEFIJI
PÓLO 5 – CAMPUS DE JI-PARANÁ (RO) - MNPEF



MNPEF



MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF

Marcio Adolfo de Almeida

Licenciado em Física pela Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR.

Produto Educacional do MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA (MNPEF) pela Fundação Universidade Federal de Rondônia - UNIR Departamento de Física de Ji-Paraná - DEFIJI - PÓLO 5 - Campus de Ji-Paraná (RO).

E-mail: marcio.almeida@ifro.edu.br

Orientador: Dr. Robinson Viana Figueroa Cadillo

Prefácio

EXPERIMENTAR É UMA ARTE

A Física como ciência fundamental é a ferramenta com a qual exploramos a natureza e procuramos explicar como ela funciona. É o alicerce sobre a qual estão baseadas as outras ciências, onde se pode considerar; astronomia, biologia, química e geologia. O objetivo do ensino de Física é fornecer uma compreensão quantitativa dos fenômenos básicos que ocorrem em nosso Universo. A origem da filosofia natural ou da ciência como a chamou hoje e que provavelmente residem, como é comum na cultura ocidental, na Atenas antiga. A primeira pessoa a quem podemos chamar de físico é Anaxágoras, que viveu no século V a. C. Na época, quando a lógica estava iniciando, ele tentou encaixar uma miríade de observações e os resultados de experimentos em uma estrutura lógica que lhe permitisse entender e explicar a natureza do mundo (ROONEY, 2013).

É comum no ensino da Física, aulas com exposições de conteúdos no quadro branco, ou ainda, apenas com transições de slides referentes aos tópicos teóricos da Física, simplesmente o professor explica os conteúdos e logo depois finaliza com a resolução de uma lista de exercícios matemáticos retirados dos livros didáticos. Essa prática é bastante criticada por muitos educadores não somente na área das ciências exatas, mas em diversas áreas do conhecimento, por considerar que somente com essa metodologia não cumpre o objetivo de aprendizagem. Em contrapartida crescem, nos meios de publicações da área de ensino de Física, propostas de estratégias diferenciadas. Uma das alternativas seria a necessidade de desenvolver atividades experimentais em sala de aula (GASPAR, 2014).

Desde o século XIX as aulas práticas experimentais fazem parte do planejamento do ensino de Física da escola média (Carvalho, 2010) tendo por objetivo proporcionar aos alunos um contato mais direto com os fenômenos físicos. A Física é uma ciência baseada em observações experimentais e análises matemáticas, pois envolve observação, organização de dados, pesquisa, capacidade de abstração e formulação de hipóteses e ainda, trabalho colaborativo. O que por trás de tais experiências e análises é desenvolver teorias que expliquem os fenômenos em estudo e relacionar essas teorias a outras já estabelecidas.

Carvalho (2010, p. 53) define o termo aula prática para designar as atividades nas quais os estudantes interagem com materiais para observar e entender os fenômenos naturais.

As interações dos estudantes com o material experimental podem ser somente visuais, quando a experiência é feita pelo professor, em aulas que denominamos de demonstração. Ou de forma manipulativa, quando, em pequenos grupos, os alunos trabalham no laboratório, ou ainda em um ambiente físico capaz de oferecer condições necessárias para realizar o experimento, ou até mesmo na sala de aula, o professor pode desenvolver atividades experimentais.

Antes do desenvolvimento do método experimental, os primeiros cientistas ou se preferir, os filósofos naturais, como eram chamados aplicaram a razão ao que viam em volta deles e chegaram a teorias para explicar suas observações. Como os corpos celestes parecem se mover pelo céu, por exemplo, muitos de nossos antecessores concluíram que a Terra está no centro do universo e tudo gira em torno dela (ROONEY, 2013).

Os PCNs +, p. 37 definem a importância da experimentação para que o ensino da Física em sala de aula se torna mais dinâmico, nesse sentido destaca que é indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável.

Conforme explicitado nos PCNs +, p. 37, isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência, para além das situações convencionais de experimentação em laboratório. As abordagens mais tradicionais precisariam, portanto, ser revistas, evitando experiências que se reduzem à execução de uma lista de procedimentos previamente fixados, cujo sentido nem sempre fica claro para o aluno.

Ainda nesse contexto, os PCNs +, p. 37, destaca que é tão possível trabalhar com materiais de baixo custo, tais como pedaços de fio, pequenas lâmpadas e pilhas, quanto com kits mais sofisticados, que incluem multímetros ou osciloscópios. A questão a ser preservada, menos do que os materiais disponíveis, é, novamente, que competências estarão sendo promovidas com as atividades desenvolvidas. Experimentar pode significar observar situações e fenômenos a seu alcance, em casa, na rua ou na escola, desmontar objetos tecnológicos, tais como chuveiros, liquidificadores, construir aparelhos e outros objetos simples, como projetores ou dispositivos ópticos mecânicos. Pode também envolver desafios, estimando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais que fazem parte do cotidiano.

A partir dos conceitos relacionados à experimentação, surge a necessidade de compreender o método científico. Kazuito e Fuke (2013, p. 14), definem que o método científico é utilizado na busca de conhecimentos científicos. De modo geral, atualmente um método científico é composto da seguinte forma:

- Enunciado de um problema ou questão. Este pode ser então afinado para algo que possa estar sujeito a experimentação ou a um conjunto de experimentos.
- Enunciado de uma hipótese.
- Concepção de um experimento para testar a hipótese. O experimento deve ser um teste adequado, com variáveis controladas, nesse caso, fixas e uma variável independente, definida como a condição que será variada.
- Execução do experimento, fazendo-se e registrando-se observações e medições.
- Análises dos dados.
- Apresentação das conclusões, sendo estas submetidas à análise dos pares.

Tratado sob o enfoque de um ensino experimental capaz de ultrapassar a influência empirista-indutivista. De acordo com Villatorre, et. al. (2008, p. 106), descreve que nessa visão, o experimento é composto de um equipamento pronto, com um roteiro no formato de receita, indicando aos alunos procedimentos a serem seguidos, tanto para a utilização do aparelho quanto para a coleta de dados. Essa espécie de procedimento é criticada, pois passa a ideia de ciência construída pela observação dos fatos, podendo-se absorver desse processo a própria realidade. Assim, o trabalho com o experimento torna-se para o aluno uma mera execução de tarefas.

Villatorre, et. al. (2008, p. 106) destaca que a coleta de dados e os cálculos efetuados servem para a verificação de leis e teorias físicas já aceitas na comunidade científica e previamente estudadas na sala de aula. Como muito dos resultados obtidos nesses experimentos já são conhecidos, essa atividade isolada de um contexto de reflexões pouco contribui para aprendizagem por parte do aluno. Dessa forma, a interação com o objeto não causa contrapontos, não ocasiona conflitos, apenas se verifica o dado empírico que já consta nos livros ou nas aulas consideradas teóricas.

Contrariando a concepção anteriormente mencionada, procurou-se uma estratégia de como trabalhar a Física utilizando atividades experimentais estruturada em um Roteiro Didático Experimental capaz de oferecer alguns aspectos considerados importantes ao enriquecimento cognitivo do aluno. Nessa visão a experimentação deve ser utilizada segundo

seu aspecto qualitativo (VILLATORRE, et. al, 2008). Ou seja, quando o interesse do professor é problematizar para obter uma situação de ensino mais significativa, onde o que mais interessa é a reflexão em sala de aula do que a pura matematização do experimento ou a simples obtenção de um número abstrato que pouco representa ao aluno.

Para Villatorre, et. al. (2008, p. 107), o experimento torna-se importante, como um instrumento gerador de observações e de dados para as reflexões, ampliando a argumentação dos alunos. No experimento tem-se o objeto em que ocorre manipulação do concreto, pelo qual o aluno interage através do tato, da visão e da audição, contribuindo para as deduções e as considerações abstratas sobre o fenômeno observado. Descreve que para tal, uma atividade experimental deve ser cuidadosamente planejada. Para isso, devemos ter em vista o conjunto de equipamentos ou recursos materiais e algum instrumento de orientação ao aluno, motivando um ambiente de discussão, reflexão e negociação de opiniões e conhecimentos.

Gaspar, (2014, p. 226) considera essencial avaliar a viabilidade da realização da atividade experimental antes de sua apresentação. Nesse sentido, é importante verificar, pelo menos, a disponibilidade de local e material, o tempo a ser gasto em relação ao tempo disponível, e a eficiência da atividade quanto ao alcance de seus objetivos. Outro aspecto é que a escolha do tipo de atividade depende principalmente do material necessário para sua apresentação, montagem ou construção, e do tempo disponível para essa tarefa.

Considerando que para desenvolver atividades experimentais não é necessário a escola possuir um laboratório de Física bem estruturado, Gaspar, (2014, p. 226-227) descreve três tipos básicos de atividades experimentais que podem ser realizadas em sala de aula ou no laboratório se a escola possuir.

- Demonstração experimental realizada pelo professor ou grupo de alunos, esse tipo de atividade é adequado quando se utilizam aparatos de alto custo, de difícil montagem ou de dimensões relativamente grandes, e quando é possível fazê-las em um tempo suficientemente pequeno em relação a duração da aula;

- As atividades experimentais realizadas em grupos de alunos, essas são indicadas quando se utilizam equipamentos simples, que podem ser operados com alguma independência pelos próprios alunos, durante um tempo compatível com a grade horária. Roteiros para orientar a realização da atividade são essenciais, pois é impossível para o professor acompanhar todos os grupos ao mesmo tempo;

- Atividades experimentais de longa duração ou projetos experimentais mais trabalhosos, esse tipo pode ser realizado como atividades ou projetos extraclases. É essencial, no entanto, que o professor as oriente e acompanhe sua realização desde o início, não é recomendável deixar tudo por conta dos alunos, até porque eles tendem a pedir ajuda a pessoas que, mesmo com boa vontade, provavelmente não saberão orientá-los adequadamente.

ÍNDICE

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL | 14 |
| 2 | OBJETIVOS DE ENSINO DO PRODUTO EDUCACIONAL | 16 |
| 3 | GUIA DO ROTEIRO DIDÁTICO EXPERIMENTAL | 17 |
| 4 | ROTEIRO DIDÁTICO EXPERIMENTAL - MECÂNICA | 22 |
| 5 | ROTEIRO DIDÁTICO EXPERIMENTAL - MECÂNICA | 38 |
| 6 | ROTEIRO DIDÁTICO EXPERIMENTAL - ONDULATÓRIA | 71 |
| 7 | ROTEIRO DIDÁTICO EXPERIMENTAL - TERMOLOGIA | 91 |
| 8 | ROTEIRO DIDÁTICO EXPERIMENTAL - ÓPTICA | 102 |
| | REFERENCIAIS..... | 116 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 4.1 - Lista dos materiais utilizados na confecção do experimento. | 24 |
| Tabela 4.2 - Custo médio dos materiais. | 25 |
| Tabela 5.1 - Lista dos materiais utilizados na confecção do experimento. | 41 |
| Tabela 5.2 - Custo médio dos materiais. | 42 |
| Tabela 6.1 - Lista dos materiais utilizados na confecção do experimento. | 74 |
| Tabela 6.2 - Custo médio dos materiais. | 74 |
| Tabela 7.1 - Lista dos materiais utilizados na confecção do experimento. | 93 |
| Tabela 7.2 - Custo médio dos materiais. | 93 |
| Tabela 8.1 - Lista dos materiais utilizados na confecção do experimento. | 104 |
| Tabela 8.2 - Custo médio dos materiais | 104 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 4.1 - Materiais utilizados para a confecção do guindaste hidráulico. | 26 |
| Figura 4.2 - Madeira de 20 cm com um chanfrado na ponta. | 27 |
| Figura 4.3 - Madeira de 15 cm unida a madeira de 20 cm com um chanfrado na ponta. | 27 |
| Figura 4.4 - Madeira de 15 cm e madeira de 20 cm com um chanfrado na ponta unidas. | 28 |
| Figura 4.5 - Madeira de 12 cm sendo perfurada. | 28 |
| Figura 4.6 - Madeira de 12 cm com pitam. | 29 |
| Figura 4.7 - Braço do guindaste. | 29 |
| Figura 4.8 - Recorte para a base giratória. | 30 |
| Figura 4.9 - Base giratório sendo fixada. | 30 |
| Figura 4.10 - Fixando a tampa da garrafa no braço do guindaste. | 31 |
| Figura 4.11 - Braço do guindaste com as seringas fixadas. | 32 |
| Figura 4.12 - Base para o operador manusear o guindaste. | 32 |
| Figura 4.13 - Braço do guindaste sendo conectado à base do operador. | 33 |
| Figura 4.14 - Seringas sendo presa à base. | 33 |
| Figura 4.15 - seringas sendo unidas com a mangueira de aquário. | 34 |
| Figura 4.16 - Guindaste hidráulico pronto. | 34 |
| Figura 4.17 - Guindaste hidráulico sendo manuseado. | 35 |
| Figura 4.18 - Esquema de uma prensa hidráulica. | 36 |
| Figura 5.1 - Materiais para a confecção do foguete. | 43 |
| Figura 5.2 - Garrafas pets uma inteira e a outra recortada. | 43 |
| Figura 5.3 - Balão de aniversário com um porção de areia. | 44 |
| Figura 5.4 - Balão com areia sendo inserido dentro da garrafa recortada. | 44 |
| Figura 5.5 - Encaixe da garrafa recortada e a garrafa inteira. | 45 |
| Figura 5.6 - Fixando as duas garrafas com a fita isolante. | 45 |
| Figura 5.7 - Molde para o recorte das aletas. | 46 |
| Figura 5.8 - Aleta recortada. | 47 |
| Figura 5.9 - Esquema do recorte da base da aleta. | 47 |
| Figura 5.10 - Aleta pronta para ser fixada no foguete. | 48 |
| Figura 5.11 - Formato aerodinâmico alternativo para as aletas. | 48 |
| Figura 5.12 - Encaixe da peça onde será fixada as aletas. | 49 |

| | |
|--|----|
| Figura 5.13 - Fixando as aletas no corpo do foguete..... | 50 |
| Figura 5.14 - Foguete pronto com as aletas fixadas. | 50 |
| Figura 5.15 - Materiais para a confecção da base do foguete..... | 51 |
| Figura 5.16 - Conexão dos canos de 10 cm aos joelhos e no T..... | 51 |
| Figura 5.17 - Conexão dos canos de 20 cm aos joelhos. | 52 |
| Figura 5.18 - Conexão do cano onde será encaixado o foguete. | 53 |
| Figura 5.19 - Conexão do registro de segurança. | 53 |
| Figura 5.20 - Conexão do último cano no encaixe do foguete com a fita isolante enrolada. | 54 |
| Figura 5.21 - Base mostrando a inclinação correta para o lançamento do foguete. | 54 |
| Figura 5.22 - Materiais para a confecção do gatilho. | 55 |
| Figura 5.23 - Inserção das presilhas na abraçadeira de metal. | 55 |
| Figura 5.24 - Presilhas inseridas por completo em torno do cano..... | 56 |
| Figura 5.25 - Luva sendo inserida para a conclusão do gatilho. | 56 |
| Figura 5.26 - Foguete pronto na base de lançamento. | 57 |
| Figura 5.27 - Foguete na base alternativa feito de metal..... | 58 |
| Figura 5.28 - Grampo de ferro sendo fixado para prender a base do foguete ao chão. | 59 |
| Figura 5.29 - Equipamentos de proteção para o lançamento de foguetes (EPI)..... | 60 |
| Figura 5.30- Balão sendo colocado no interior do foguete para que seja inserido o vinagre...61 | |
| Figura 5.31 - Inserido o vinagre no interior do balão..... | 62 |
| Figura 5.32 - bicarbonato sendo colocado dentro do foguete..... | 62 |
| Figura 5.33 - Inserido o bicarbonato de sódio com o auxílio de um funil..... | 63 |
| Figura 5.34 - Foguete sendo introduzido na base de lançamento..... | 64 |
| Figura 5.35 - Foguete saindo da base de lançamento..... | 65 |
| Figura 5.36 - Auxiliando o foguete para sair da base..... | 66 |
| Figura 6.1 - Materiais utilizados para a confecção do pêndulo simples..... | 75 |
| Figura 6.2 - Perfurando a viga para o encaixe da haste..... | 76 |
| Figura 6.3 - Haste sendo encaixa na base do pêndulo. | 76 |
| Figura 6.4 - Parafuso sendo inserido na extremidade da haste..... | 77 |
| Figura 6.5 - Transferidor de papel com 180°..... | 78 |
| Figura 6.6 - Recorte do transferidor de 180°..... | 78 |
| Figura 6.7 - Fixando o transferidor recortado com 10°..... | 79 |
| Figura 6.8 - Haste com o transferidor de 10° fixado..... | 79 |

| | |
|---|-----|
| Figura 6.9 - Inserindo a linha na chumbada. | 80 |
| Figura 6.10 - Conjunto linha e chumbada. | 80 |
| Figura 6.11 - Amarrando o conjunto linha - chumbada na haste do pêndulo..... | 81 |
| Figura 6.12 - Pêndulo simples pronto..... | 81 |
| Figura 6.13 - Pêndulo simples alternativo. | 82 |
| Figura 6.14 - Iniciando o movimento do pêndulo simples. | 83 |
| Figura 6.15 - Pêndulo oscilando. | 84 |
| Figura 6.16 - Pêndulo simples oscilando com o recurso da imagem estroboscópica..... | 84 |
| Figura 6.17 - Forças atuantes sobre um pêndulo simples..... | 86 |
| Figura 7.1 - Materiais utilizados no experimento..... | 94 |
| Figura 7.2 - Carvão pronto para ser aceso. | 95 |
| Figura 7.3 - Preparando o acendimento do carvão. | 96 |
| Figura 7.4 - Iniciando a chama ao carvão..... | 96 |
| Figura 7.5 - Medindo a temperatura do carvão em certo intervalo de tempo..... | 97 |
| Figura 7.6 - Incidindo a luz do laser no carvão em chamas. | 98 |
| Figura 7.7 - Aproximação de um corpo negro ideal se a luz do laser não for refletida. | 99 |
| Figura 8.1 - Materiais utilizados na montagem do experimento. | 105 |
| Figura 8.2 - Preparação do experimento com o espelho esférico côncavo..... | 106 |
| Figura 8.3 - Preparação do experimento com o espelho esférico convexo. | 106 |
| Figura 8.4 - Raio de luz incidindo e refletindo pelo espelho esférico côncavo..... | 107 |
| Figura 8.5 - Raio de luz incidindo e refletindo pelo espelho esférico convexo. | 107 |
| Figura 8.6 Raio de luz incidindo e refletindo do vértice do espelho esférico côncavo. | 108 |
| Figura 8.7 - Espelho esférico côncavo à esquerda e espelho esférico convexo à direita. | 109 |
| Figura 8.8 - Principais elementos de um espelho esférico. | 109 |
| Figura 8.9 - Raio notável incidindo paralelamente ao eixo principal e refletindo passando pelo foco. | 110 |
| Figura 8.10 - Luz incidindo paralelamente ao eixo principal do espelho esférico côncavo e refletindo ao foco..... | 111 |
| Figura 8.11 - Raio notável incidindo ao foco do espelho esférico e refletindo paralelamente ao eixo principal. | 111 |
| Figura 8.12 - Luz incidindo no foco do espelho esférico convexo e refletindo paralelamente ao eixo principal. | 112 |

| | |
|---|-----|
| Figura 8.13- Raio notável incidindo no centro de curvatura do espelho esférico e refletindo sobre si mesmo. | 112 |
| Figura 8.14 - Raio de luz incidindo no centro de curvatura do espelho esférico e refletindo sobre si mesmo. | 113 |
| Figura 8.15 - Raio notável incidindo no vértice do espelho esférico e refletindo também do vértice. | 113 |
| Figura 8.16 - Raio de luz incidindo no vértice do espelho esférico e refletindo-se do vértice desse espelho. | 114 |

1 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional intitulado "Roteiro Didático Experimental" consiste em um roteiro detalhado das atividades experimentais com elementos textuais como capa, folha de rosto, grande área, área e subárea da Física, eixo temático, introdução. Além disso, contém objetivo geral, objetivos específicos, apresentação, materiais utilizados, tabela de custo dos materiais, montagem dos experimentos com fotos, análise e explicação, perguntas, aplicações no cotidiano, conclusão e referenciais.

Esse modelo de produto educacional procura auxiliar os professores que ministram aulas de Física a implantar atividades experimentais com mais frequência. Considerando que não é necessário a escola possuir um laboratório bem estruturado e nem separar as atividades experimentais das aulas teóricas, pois os conceitos de Física podem ser inseridos no roteiro através do elemento textual; análise e explicação.

Consideramos que o ápice da docência, é o momento em que o professor, enquanto mediador do conhecimento, percebe e sente a necessidade e a oportunidade de planejar e desenvolver aulas partindo dos pressupostos onde o aluno é um sujeito ativo de seu conhecimento. Pois se sente motivado pela pesquisa, pela descoberta e pela ação de construir sua aprendizagem. Dessa forma, procura-se nessa metodologia de ensino levar o aluno a desenvolver sua capacidade de argumentação, organização, além disso, desenvolver o senso crítico frente aos desafios encontrados durante a preparação e confecção do experimento.

Na aprendizagem significativa é de grande importância que o professor considere o conhecimento prévio do aluno e o direcione, de forma que estabeleça uma relação entre a nova informação e o conhecimento que o aluno já possuía, conforme afirma Ausubel citado por Moreira (2006, p. 19). Compreende-se dessa forma que o conhecimento prévio é um dos principais aspectos que devem ser levados em conta no processo educativo, tendo fundamental importância tanto para os alunos quanto para os professores. Nesse sentido se pode ressaltar a relevância em adotar essa forma de ensinar, assim, o professor está valorizando alguns conhecimentos que o educando já possui em seu aspecto cognitivo e compartilhe-os com os colegas que estão envolvidos dentro da equipe ou até com os demais companheiros da turma.

Nessa estratégia experimental, quando as atividades experimentais forem dirigidas aos alunos, o professor desempenha o papel de orientador dessas atividades. Diante disso, vale

ressaltar que as atividades podem ser desenvolvidas em um laboratório de Física ou ainda, se a escola não dispuser de um laboratório bem estruturado, é possível prepará-las em outro ambiente e apresentado posteriormente em sala de aula. Outro ponto importante após a apresentação dos experimentos pelos alunos está em o professor enfatizar as atividades de pesquisas, de construções e amostragem de materiais concretos, buscando o debate e levando os alunos a questionar-se, ter curiosidades e valorizar o trabalho em equipe.

Durante a apresentação do experimento é importante que o professor realize pequenos *feedbacks*, para identificar o nível de interesse dos estudantes com vistas à mudança do ritmo da exposição. Para Gil (2013, p. 149), o professor pode valer-se do *feedback* proporcionado pela expressão corporal dos estudantes. Seus rostos, principalmente, são capazes de indicar quando estão prestando atenção na aula, quando não estão e também quando estão se esforçando para prestar atenção. Convém nesse momento aproveitar essas informações proporcionadas para promover pequenos ajustes no ritmo da aula, visando o diagnóstico da aprendizagem. Importante a que as apresentações desafiem e desperte a curiosidade dos alunos, levando-os perguntar, questionar e duvidar o pré-conhecimento.

Relacionando à zona de desenvolvimento proximal de Vygotsky (Lakomy, 2008, p. 42), nesse momento, o professor deve procurar motivar a turma mediante perguntas e valorização das respostas apresentadas pelos alunos, considerando a hipótese de erro como tentativas de acertos é um processo importante na construção do conhecimento.

Para melhor compreensão do produto educacional, será apresentado logo abaixo o guia do Roteiro Didático Experimental com as devidas instruções para o preenchimento de cada elemento textual. Tanto o professor de Física ou se a atividade for dirigida aos alunos, os mesmos conseguirão preencher os elementos textuais sem encontrar grandes dificuldades, compreendendo o significado de cada elemento textual quanto à confecção dos experimentos e será disponibilizado através do endereço eletrônico abaixo e anunciado na pasta do dropbox.

Link para o acesso: <<https://www.facebook.com/groups/farol.ensinodecienciasjp/>>.

Além do guia do roteiro, serão explicitados alguns roteiros didáticos experimentais com os elementos textuais preenchidos de forma simples, porém quando necessário, deve ter melhor embasamento textual pelo professor de Física ou quando ainda, pelos alunos. Os roteiros preenchidos servem como exemplo, não deve ser considerado como algo engessado, qualquer professor ou aluno preenche os elementos textuais da forma que considerar pertinente ao seu experimento.

2 OBJETIVOS DE ENSINO DO PRODUTO EDUCACIONAL

- Motivar a participação do aluno e aumentar o interesse pelos conteúdos ensinados nas aulas de Física.
- Desenvolver o domínio de habilidades com a montagem do experimento e a responsabilidade com a disciplina.
- Inserir atividades experimentais nas aulas de Física como estratégia alternativa para ensinar de uma forma dinâmica e satisfatória para todos.
- Oferecer a manipulação do concreto, pelo qual o aluno interage através do tato, da visão e da audição, contribuindo para as deduções e as considerações abstratas sobre o fenômeno observado.
- Proporcionar meios capazes de levar o aluno a uma visão crítica dos processos e fenômenos naturais encarando-os como atividade humana, com seus acertos, falhas, limitações e virtudes, contribuindo assim para a melhoria da aprendizagem.
- Reestruturar o conhecimento científico do aluno, a partir da organização de ideias que se dá no contexto da argumentação para a reelaboração de um novo discurso.

3 GUIA DO ROTEIRO DIDÁTICO EXPERIMENTAL

CAPA

INSTITUIÇÃO...

TÍTULO: ESCREVER APENAS O TEMA CENTRAL DO CAPÍTULO

COLORADO DO OESTE

2014

FOLHA DE ROSTO

ESCREVER TODOS OS NOMES COMPLETOS, EM ORDEM ALFABÉTICA,
CENTRALIZADO, EM CAIXA ALTO E UM ABAIXO DO OUTRO

TÍTULO: ESCREVER APENAS O TEMA CENTRAL DO CAPÍTULO

Experimento envolvendo

apresentado pelos discentes do
___ Ano, turma ___ como quesito
avaliativo à disciplina Física do
_____ e
supervisionado pelo Professor Esp.
_____.

COLORADO DO OESTE

2014

GRANDE ÁREA DA FÍSICA

Considerando que a Física abrange diversas áreas de conhecimento relacionado ao estudo das Ciências, assim, a Física tem como grande área: Ciências Exatas e da Terra.

ÁREAS DA FÍSICA

Nesse ponto é descrito as divisões da Física que são distribuídas didaticamente nas três séries do Ensino Médio, então se destacam: Mecânica, Termologia, Óptica, Ondulatória, Eletricidade e Física Moderna.

SUBÁREAS DA FÍSICA

Nesse item é descrito as subdivisões das áreas da Física, considerando como subáreas: Cinemática Escalar, Cinemática Vetorial, Dinâmica, Gravitação, Estática, Hidrostática, Hidrodinâmica, Termometria, Calorimetria, Termodinâmica, Gases, Dilatação Térmica, Óptica Geométrica, Óptica Física, Acústica, Ondas, Eletrostática, Eletrodinâmica, Eletromagnetismo, Relatividade, Mecânica Quântica e Física Nuclear.

EIXO TEMÁTICO

Nesse item será redigido o eixo temático ao qual pertencerá o experimento a ser confeccionado sendo que o eixo temático especificamente será algum conteúdo da subárea da Física.

INTRODUÇÃO

Aqui os alunos descrevem em dois ou três parágrafos a ideia central do experimento, ou seja, considera esse elemento como um convite para a apreciação do seu experimento.

OBJETIVO GERAL

Em poucas palavras, descrever o motivo da realização e a finalidade do experimento.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Nesse momento os alunos da equipe descrevem dois ou mais objetivos relacionados à fundamentação teórica do experimento.

APRESENTAÇÃO

Nesse elemento do roteiro, os alunos descrevem resumidamente os conceitos históricos e seus respectivos idealizadores que possibilitaram o surgimento, a confecção e a comprovação do experimento.

MATERIAIS UTILIZADOS

Devem ser descrito todos os materiais utilizados na confecção do experimento destacando a quantidade unitária e o total de cada um se for o caso. Não importando se esses materiais são adquiridos em comércio, sucatas, reciclados, entre outros. Alguns materiais sempre possam ser substituídos por outros similares ou equivalentes.

TABELA DE CUSTO DOS MATERIAIS

Depois de informarem o quantitativo dos materiais utilizados na confecção do experimento, demonstrar nesse item na forma de tabela o valor unitário de cada material se for doação, redigir doação, descrever o valor total e o custo médio na confecção do experimento.

MONTAGEM DO EXPERIMENTO

Nesse item os alunos demonstram de forma clara como construir o experimento passo a passo, toda a explicação servirá de base para professores e alunos realizar determinado experimento, dessa forma, conseguirão construí-lo facilmente. Nessa etapa do experimento, os alunos capturam fotos registrando os momentos mais importantes de seus trabalhos. Aqui é

registrada por meio de imagens a montagem do experimento desde o início até o aparato finalizado. Depois de tudo pronto, os alunos escolhem algumas imagens para que no momento da explicação todos consigam compreender com maior facilidade o que os alunos estão explicando.

ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

Depois de tudo pronto, inicia o momento em que os alunos terão um tempo para demonstrar o funcionamento do experimento. Nesse item é explicado todo o aparato experimental, os alunos explicam em detalhes os resultados do experimento dando uma base conceitual e matemática.

PERGUNTAS

Nesse elemento, os alunos formulam três a cinco perguntas e encontram suas próprias respostas, durante a apresentação do experimento, as farão para quem está assistindo e assim, é possível verificar se houve uma aprendizagem satisfatória por meio do experimento.

APLICAÇÕES NO COTIDIANO

Elemento muito importante para a compreensão da fundamentação teórica, pois aqui, será descrito uma ou mais aplicações no cotidiano dos alunos de forma simples ou tecnológica, dependendo do experimento.

CONCLUSÃO

Breve comentário em dois ou três parágrafos enfatizando a compreensão e importância do trabalho abordando aspectos teóricos, sociais, vivenciais, entre outros.

REFERENCIAIS

Depois de finalizadas as buscas nos diversos meios de informação para a confecção do experimento, o professor de Física ou se for o caso, os alunos descrevem nesse elemento todas as referências utilizadas.

4 ROTEIRO DIDÁTICO EXPERIMENTAL - MECÂNICA

GRANDE ÁREA DA FÍSICA

Ciências Exatas e da Terra

ÁREA DA FÍSICA

Mecânica

SUBÁREA DA FÍSICA

Hidrostática

EIXO TEMÁTICO

Princípio de Pascal

INTRODUÇÃO

Este experimento procura enfatizar e fazer uso de outras maneiras de explicação do tema a ser trabalhado, fazendo com que alunos ou professores consigam compreender um pouco mais sobre os conceitos abordados em relação à Hidrostática. Com materiais considerados fáceis de ser encontrados em sua cidade, de baixo custo, é possível aprimorar o conhecimento desse tipo de aparato através deste experimento, que muitas das vezes não conseguimos compreender satisfatoriamente em sala de aula.

OBJETIVO GERAL

Construir um guindaste hidráulico analisando seu princípio de funcionamento e relacioná-lo às aplicações no cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir um guindaste hidráulico para demonstrar os movimentos realizados nos sistemas hidráulicos utilizado em nosso dia a dia;
- Identificar os movimentos realizados através da força e da pressão do fluido;
- Facilitar a compreensão do Princípio de Pascal, apresentar de forma simples e interativa demonstrar como este meio facilita as nossas vidas.

APRESENTAÇÃO

Blaise Pascal (1623-1662) foi notável cientista, escritor e teólogo do século XVII. Quando pesquisava a física dos fluidos, Pascal acabou inventando a prensa hidráulica, que utiliza a pressão hidráulica para multiplicar forças.

A projeção de Pascal iniciou-se a partir de seu comentário sobre experimentos de Evangelista Torricelli com barômetros. Como cientista, Pascal é lembrado pela hidráulica, que conseqüentemente mudou o panorama tecnológico da época.

MATERIAIS UTILIZADOS

1. Abraçadeiras de nylon
2. Alicates
3. Canos de PVC de 5 cm
4. Chave de fenda pequena e média
5. Corante da cor vermelha
6. Cubinho de madeira de lado 10 cm
7. Dobradiças pequenas
8. Fita isolante de 5 m
9. Furadeira elétrica
10. Garrafa pet com tampa
11. Madeira macia de 20 cm com chanfrado na ponta
12. Madeirinha macia de 12 cm
13. Madeirinha macia de 15 cm

14. Madeirinha macia de 40 cm x 30 cm
15. Mangueirinha de aquário
16. Parafuso pequeno com ruela
17. Parafusos em forma de L
18. Parafusos pequenos e médios
19. Pedacos com 5 cm de cano PVC
20. Pitam
21. Refil de cola quente
22. Seringas sem agulha de 10 ml e de 20 ml
23. Tesoura
24. Trena
25. Tubo de cola quente

Tabela 4.1 - Lista dos materiais utilizados na confecção do experimento.

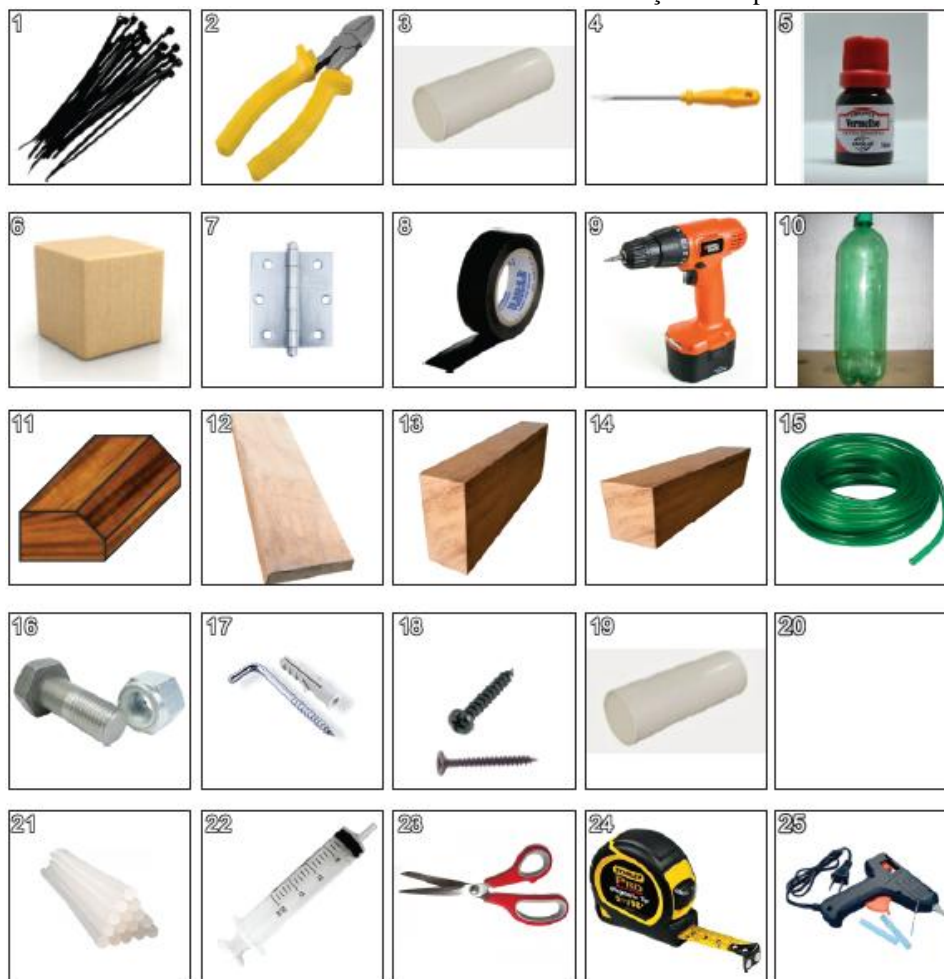


Tabela 4.2 - Custo médio dos materiais.

| Quantidade | Materiais | Preço unitário (R\$) | Preço total (R\$) | Total (R\$) |
|------------|--|-------------------------|----------------------|----------------|
| 1 | Alicate | 12,00 | 12,00 | |
| 6 | Abraçadeira de nylon | 0,10 | 0,60 | |
| 2 | Canos de PVC de 5 cm | Doação | Doação | |
| 1 | Chave de fenda pequena | 5,00 | 5,00 | |
| 1 | Chave de fenda média | 8,00 | 8,00 | |
| 1 | Corante de cor vermelha | 2,50 | 2,50 | |
| 1 | Cubinho de madeira de 10 cm | Doação | Doação | |
| 2 | Dobradiças pequenas | 0,50 | 1,00 | |
| 1 | Fita isolante | 2,50 | 2,50 | |
| 1 | Furadeira elétrica | 153,00 | 153,00 | |
| 1 | Garrafa pet com tampa | Doação | Doação | |
| 1 | Madeira macia de 20 cm com um chanfrado na ponta | Doação | Doação | |
| 1 | Madeira macia de 12 cm | Doação | Doação | 239,70 |
| 1 | Madeira macia de 15 cm | Doação | Doação | |
| 1 | Madeira macia de 40 cm x 30 cm | Doação | Doação | |
| 1 | Mangueira de aquário 2 m | 5,50 | 5,50 | |
| 1 | Parafuso com ruela | 0,15 | 0,15 | |
| 2 | Parafuso em forma de L | 0,25 | 0,50 | |
| 12 | Parafusos pequenos | 0,10 | 1,20 | |
| 3 | Parafusos médios | 0,20 | 0,60 | |
| 1 | Pitam | 0,50 | 0,50 | |
| 1 | Refil de cola quente | 0,65 | 0,65 | |
| 4 | Seringa de 10 ml | 1,00 | 4,00 | |
| 2 | Seringa de 20 ml | 1,00 | 2,00 | |
| 1 | Tesoura | 12,00 | 12,00 | |
| 1 | Trena | 8,00 | 8,00 | |
| 1 | Tubo para cola quente | 20,00 | 20,00 | |

MONTAGEM DO EXPERIMENTO

Para iniciar observe os materiais utilizados para a confecção do experimento referente ao guindaste hidráulico na figura 4.1.

Figura 4.1 - Materiais utilizados para a confecção do guindaste hidráulico.



Depois disso, pegue o pedaço de madeira de 20 cm com um chanfrado na ponta, figura 4.2, una com o pedaço de madeira com 15 cm utilizando uma dobradiça e 4 parafusos pequenos, figuras 4.3 e 4.4.

Figura 4.2 - Madeira de 20 cm com um chanfrado na ponta.



Figura 4.3 - Madeira de 15 cm unida a madeira de 20 cm com um chanfrado na ponta.



Figura 4.4 - Madeira de 15 cm e madeira de 20 cm com um chanfrado na ponta unidas.



Faça um furo utilizando a furadeira elétrica na ponta da madeira de 12 cm e insira o pitam, ou seja, a argolinha utilizando a chave de fenda média conforme a figuras 4.5 e 4.6.

Figura 4.5 - Madeira de 12 cm sendo perfurada.



Figura 4.6 - Madeira de 12 cm com pitam.



Logo depois é preciso unir a outra madeirinha de 12 cm na ponta com o pedaço de 15 cm usando dessa vez a outra dobradiça e mais 4 parafusos pequenos, conforme a figura 4.7, dessa forma o braço do guindaste se encontra unido.

Figura 4.7 - Braço do guindaste.



Agora é preciso fazer uma base giratória. Utilize a parte do pescoço de uma garrafa pet, para isso, corte o pescoço da garrafa e depois o divida em 4 aberturas não muito grande para que não fique muito flexível, parafuse as 4 partes na madeira utilizando os outros 4 parafusos pequenos conforme as figuras 4.8 e 4.9.

Figura 4.8 - Recorte para a base giratória



Figura 4.9 - Base giratório sendo fixada.



Com a furadeira, fure a tampa da garrafa e parafuse-a ao pé do braço do guindaste com um parafuso médio de acordo com a figura 4.10. Esse mecanismo servirá para o guindaste apresentar todos os movimentos de rotação quando fixada na base giratória.

Figura 4.10 - Fixando a tampa da garrafa no braço do guindaste.



Para construir a parte hidráulica, primeiramente una com fita isolante a seringa de 20 ml na madeirinha de 20 cm, logo a seringa ficará debaixo da madeirinha de 15 cm. Depois dê ao guindaste mais dois movimentos onde se pode utilizar um apoio de seringas, pois elas precisam se movimentar, então, utilize o pedacinho de 5 cm de cano de PVC e de 25 mm de diâmetro. Primeiro faça um furo nos dois canos de lado a lado da espessura de um parafuso e depois alargue um dos furos para que possa passar o parafuso por dentro do cano. Também faça um furo em duas seringas bem perto onde aperta. Depois deve parafusar um dos canos um pouco a frente do meio da madeirinha de 15 cm utilizando um parafuso médio, coloque a seringa no apoio utilizando um pouco de cola quente e agora usando o furinho que fez na seringa, utilize o parafuso em L e o parafuse na madeira de 12 cm. Conforme mostrado nas figuras 4.11.

Figura 4.11 - Braço do guindaste com as seringas fixadas.



Agora será feito o movimento do guindaste pelo operador, dessa vez utilize o outro cano de PVC de 5 cm, para isso, fixo-o ao cubinho de 10 cm de lado, assim que colocar a seringa deve prendê-la com um pouco de cola quente. Logo depois colocar o outro parafuso em L do lado da base do guindaste na madeirinha de 20 cm, este deve ficar da altura da seringa, depois coloque o parafuso no furinho que foi feito na seringa. Depois de encontrar a posição correta da seringa é preciso fixar o cubinho de 10 cm de lado na base do guindaste, usando um parafuso grande de acordo com as figuras 4.12 e 4.13.

Figura 4.12 - Base para o operador manusear o guindaste.



Figura 4.13 - Braço do guindaste sendo conectado à base do operador.



Agora é hora de instalar o sistema hidráulico, para isso, utilize as três seringas, são elas que irão controlar as outras três seringas que já estão instaladas no guindaste, nesse caso, prenda as seringas utilizando as abraçadeiras de nylon de acordo com a figura 4.14.

Figura 4.14 - Seringas sendo presa à base.



Para unir uma seringa com outra use a mangueira de aquário. Antes, encha a mangueira com água já misturada ao corante de cor vermelha ou similar para dar uma melhor visualização do líquido. Corte a mangueira de aquário a uma distância suficiente de onde irá prender as seringas. E para fazer funcionar feche todas as seringas para retirar o máximo de ar possível de dentro dessas seringas para facilitar o movimento da água dentro delas. Observe a figura 4.15.

Figura 4.15 - seringas sendo unidas com a mangueira de aquário.



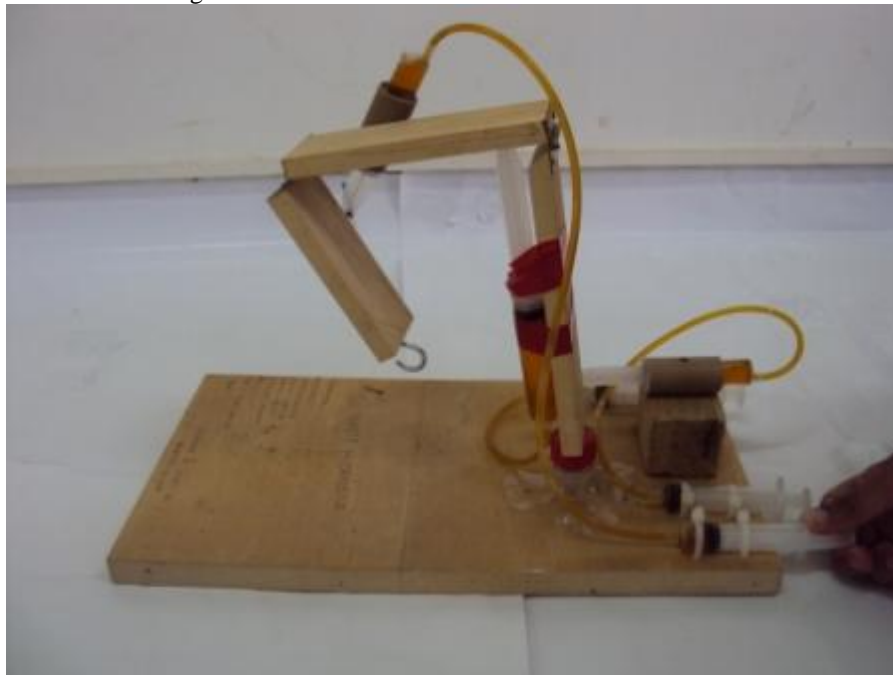
Feito isso, está pronto seu imbatível guindaste hidráulico para brincar, experimentar, questionar e comprovar. Observe a figura 4.16.

Figura 4.16 - Guindaste hidráulico pronto.



Para o manuseio do guindaste hidráulico basta movimentar o embolo das seringas que estão fixadas na base principal do guindaste de acordo com a figura 4.17.

Figura 4.17 - Guindaste hidráulico sendo manuseado.



ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

A partir do guindaste hidráulico fica fácil entender como funciona os equipamentos que precisam da hidráulica que seria o “Princípio de Pascal”.

Basicamente, a prensa hidráulica é constituída por um vaso comunicante, no qual os recipientes apresentam diâmetros diferentes, que contém um líquido em equilíbrio.

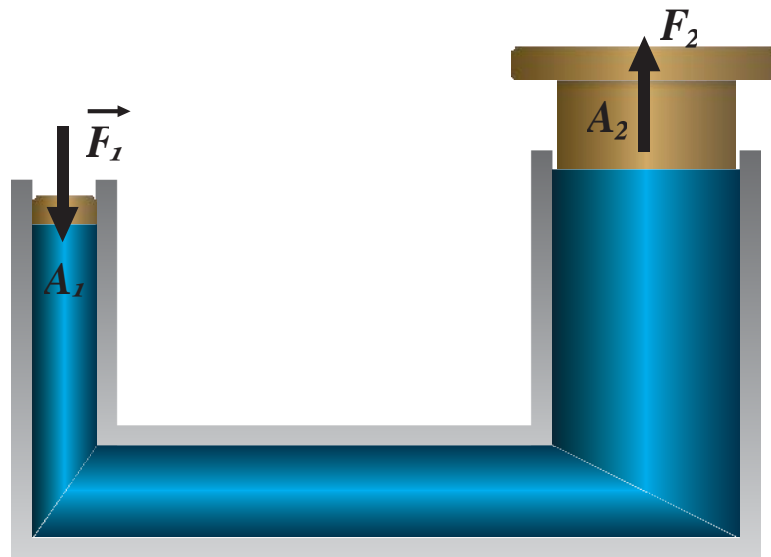
Quando é exercida uma pressão num ponto de um líquido em equilíbrio hidrostático, essa pressão se transmite a todos os pontos do líquido.

Esses fatos são explicados pelo princípio de Pascal, cujo enunciado pode ser dado por:

“O acréscimo de pressão sofrido por um fluido é transmitido integralmente a todos os pontos desse fluido e das paredes do recipiente onde este está contido”.

Consideremos a figura 4.18 abaixo onde temos duas plataformas. Cada plataforma com área diferente. Aplicando uma força \vec{F}_1 sobre a área \vec{A}_1 , essa força será transmitida a área \vec{A}_2 e, conseqüentemente faz surgir uma nova força \vec{F}_2 proporcional a essa área.

Figura 4.18 - Esquema de uma prensa hidráulica.



Assim como a pressão é transmitida uniformemente para todo o fluido temos que:

$$\Delta \vec{p}_1 = \Delta \vec{p}_2 \quad (4.1)$$

Conhecendo a direção e sentido da força aplicada, podemos escrever o módulo do acréscimo de pressão da seguinte maneira:

$$\Delta \vec{p}_1 = \frac{\vec{F}_1}{\vec{A}_1} \quad (4.2)$$

$$\Delta \vec{p}_2 = \frac{\vec{F}_2}{\vec{A}_2} \quad (4.3)$$

Considerando uma igualdade no acréscimo de pressão em dois pontos quaisquer do fluido em equilíbrio, podemos escrever:

$$\frac{\vec{F}_1}{\vec{A}_1} = \frac{\vec{F}_2}{\vec{A}_2} \quad (4.4)$$

Portanto as intensidades das forças aplicadas são diretamente proporcionais às áreas dos êmbolos. Por exemplo, se a área \vec{A}_2 for dez vezes maior que a área \vec{A}_1 , a força \vec{F}_2 terá intensidade dez vezes maior que \vec{F}_1 .

PERGUNTAS

1. Para que serve a prensa hidráulica?
2. Em que situações a prensa hidráulica pode nos favorecer?
3. Qualquer líquido pode ser utilizado no guindaste hidráulico?
4. Além do guindaste hidráulico, em quais outros dispositivos é possível verificar o Princípio de Pascal?

APLICAÇÕES NO COTIDIANO

O Princípio de Pascal é empregado no funcionamento dos freios dos automóveis e motocicletas, essa aplicação é considerada como um grande avanço tecnológico, pois propicia maior segurança no momento de utilizar o freio desse tipo. Além disso, diminui o esforço físico para quem está conduzindo esses tipos de veículos. Outra aplicação é nos carros com direção hidráulica que revolucionou o modo de dirigir automóveis, caminhões e ônibus facilitando estacionar, outro exemplo, são os elevadores de carros que utilizam do princípio de pascal quando necessita ser suspenso para realizar reparos na parte inferior do automóvel.

CONCLUSÃO

O experimento realizado através da prensa hidráulica foi de grande importância para compreender, o funcionamento dos elevadores hidráulicos, pontes levadiças, mação hidráulico, entre outras aplicações. Além, disso, é possível aproximar a teoria ao cotidiano das pessoas, proporcionando fácil compreensão diferentemente da abordagem apenas expositiva dos conceitos e imagens meramente ilustrativas. Com materiais de fácil acesso e considerado de baixo custo sendo que muitos dos materiais utilizados temos em casa, e, a partir da confecção do guindaste hidráulico estamos possibilitando o trabalho em grupo entre os discentes e ainda, possibilitando a capacidade de argumentação.

5 ROTEIRO DIDÁTICO EXPERIMENTAL - MECÂNICA

GRANDE ÁREA DA FÍSICA

Ciências Exatas e da Terra

ÁREA DA FÍSICA

Mecânica

SUBÁREA DA FÍSICA

Dinâmica

EIXO TEMÁTICO

Lançamento de foguetes

INTRODUÇÃO

Foguetes são veículos espaciais que podem levar cargas e seres vivos para muito além da atmosfera da Terra e permanecer em órbita ao redor desta.

Os foguetes funcionam queimando combustível sólido ou líquido e ejetando o resultado desta queima em altíssima velocidade na direção oposta àquela em que se quer que o foguete siga. Este é o princípio muito utilizado para compreender as Leis de Newton, principalmente a terceira lei, denominada de princípio da ação e reação e ainda, o lançamento de projéteis a partir do lançamento oblíquo.

A partir da impulsão de um foguete é possível demonstrar que para ocorrer um movimento inicial é necessária uma reação interna do combustível que nesse caso, é uma mistura de vinagre e bicarbonato de sódio.

OBJETIVO GERAL

Relacionar o movimento de um foguete com a terceira lei de Newton e o lançamento oblíquo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular o alcance máximo horizontal do foguete a partir das equações do lançamento oblíquo.
- Classificar as forças internas e externas que atuam sobre o foguete durante o voo.
- Comparar os conceitos teóricos com os resultados experimentais para o alcance horizontal máximo e a altura máxima atingida pelo foguete.
- Construir um foguete utilizando garrafas pets.
- Criar um ambiente competitivo baseado em regras éticas.
- Fomentar o trabalho em grupo tendo como foco a inclusão social.
- Oportunizar aos alunos alguns conhecimentos astronômicos.
- Relacionar o movimento de um foguete com as leis de Newton.

APRESENTAÇÃO

Quando os chineses criaram a pólvora, entre os séculos IX e X, não imaginavam que o invento seria a inspiração para os foguetes que levaram à exploração espacial quase mil anos depois. O explosivo era usado em cerimônias religiosas em que se atiravam tubos de bambu com pólvora ao fogo. Os chineses acreditavam que o barulho da explosão afugentaria espíritos malignos.

Observando o efeito da pólvora, decidiram realizar um experimento: instalar um pavio no tubo. Quando acessos, os bambus subiam como fogos de artifício. Logo perceberam que o aparato poderia funcionar como propulsor de outros objetos – ou seja, como foguetes. Os chineses tiraram proveito da descoberta para aperfeiçoar instrumentos de guerra. Registros indicam que, no século XIII, o exército chinês amarrava flechas aos bambus com pólvora para tentar impedir a invasão dos mongóis.

Anos depois, os rudimentares foguetes chineses tornaram-se conhecidos de povos europeus e árabes. Séculos mais tarde, deram origem aos foguetes modernos. Em 1903, o cientista russo Konstantin Tsiolkovsky afirmou que o foguete poderia ser a solução para a tão sonhada conquista do espaço. O primeiro a lançar um foguete com fins espaciais foi o físico norte americano Robert Goddard, em 1926. Mas a alegria durou poucos segundos: o aparelho subiu 40 metros e espatifou-se no chão logo em seguida.

O marco da história dos foguetes ocorreu no final da Segunda Guerra Mundial. Os alemães aterrorizaram Londres com os V-2, desenvolvidos pelo engenheiro Werner Von Braun. Esses foguetes viajavam centenas de quilômetros a grandes altitudes, carregando bombas avassaladoras. Concebidos de armas de destruição, os v-2 serviram como base para futuros foguetes.

Em 2006, outro brasileiro entra para a história. Marcos César Pontes tornou-se o primeiro astronauta brasileiro a participar de uma missão na Estação Espacial Internacional, denominada “missão centenária”.

MATERIAIS UTILIZADOS

1. Abraçadeira
2. Balão de aniversário
3. Bicarbonato de sódio
4. Cano de PVC 20 mm
5. Cola de cano
6. Espetinho de madeira para churrasco
7. Fita adesiva larga
8. Fita isolante
9. Garrafas pets 2 litros
10. Grampos de ferro
11. Joelhos de PVC 20 mm
12. Luva de PVC 40 mmm
13. Presilha plástica para cano
14. T de PVC 20 mm
15. Registro de metal ou de plástico 20 mm
16. Tesoura

Tabela 5.1 - Lista dos materiais utilizados na confecção do experimento.

| | | | | | | | |
|----|---|----|---|----|--|----|---|
| 1 |  | 2 |  | 3 |  | 4 |  |
| 5 |  | 6 |  | 7 |  | 8 |  |
| 9 |  | 10 |  | 11 |  | 12 |  |
| 13 |  | 14 |  | 15 |  | 16 |  |

Tabela 5.2 - Custo médio dos materiais.

| Quantidade | Materiais | Preço unitário (R\$) | Preço total (R\$) | Total (R\$) |
|------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------|-------------|
| 1 | Abraçadeira | 1,00 | 1,00 | |
| 1 | Balão de aniversário | 0,25 | 2,50 | |
| 1 | Bicarbonato de sódio | 6,00 | 6,00 | |
| ½ | Cano de PVC 20 mm | 3,00 | 3,00 | |
| 1 | Cola de cano | 1,50 | 1,50 | |
| 1 | Espetinho para churrasco | 2,50 | 2,50 | |
| 1 | Fita adesiva larga | 2,00 | 2,00 | |
| 1 | Fita isolante | 3,00 | 3,00 | |
| 1 | Garrafas pets | Reciclado | Reciclado | 60,00 |
| 3 | Grampos de ferro | Reciclado | Reciclado | |
| 10 | Joelhos de PVC 20 mm | 1,00 | 1,00 | |
| 1 | Luva de PVC 40 mm | 0,50 | 0,50 | |
| 1 | Pasta de arquivo morto | 1,50 | 2,00 | |
| 8 | Presilha plástica para cano | 2,00 | 2,00 | |
| 1 | T de PVC 20 mm | 1,00 | 1,00 | |
| 1 | Tesoura | 12,00 | 12,00 | |
| 1 | Registro 20 mm | 8,00 | 8,00 | |
| 4 | Vinagre concentração 4% | 3,00 | 12,00 | |

MONTAGEM DO EXPERIMENTO

Para a confecção do foguete selecione duas garrafas pet de 2 litros de capacidade e de paredes retas, descartes as garrafas que possuem cinturas. Balão de aniversário, fita isolante, tesoura e a pasta de arquivo morto. Corte uma das garrafas pet com aproximadamente 20 cm ou 25 cm da sua boca, ver figuras 5.1 e 5.2.

Figura 5.1 - Materiais para a confecção do foguete.



Figura 5.2 - Garrafas pets uma inteira e a outra recortada.



Coloque uma massa 50 g ou 100 g de água ou areia dentro de um balão de aniversário, para que atinja um volume semelhante ao volume de um ovo médio ou grande. Amarre a ponta do balão e passe a ponta pelo interior do bico da garrafa em seguida coloque a tampinha na boca da garrafa prendendo junto o bico do balão de acordo com as figura 5.3 e 5.4. Este

peso da ponta é parâmetro livre, portanto varie-o para descobrir o melhor peso que fará o foguete ir mais longe horizontalmente.

Figura 5.3 - Balão de aniversário com um porção de areia.



Figura 5.4 - Balão com areia sendo inserido dentro da garrafa recortada.



Encaixe a parte recortada da garrafa com o bico no fundo da outra garrafa do mesmo tipo, não recortada, e fixe-as com fita adesiva de acordo com as figuras 5.5 e 5.6.

Figura 5.5 - Encaixe da garrafa recortada e a garrafa inteira.

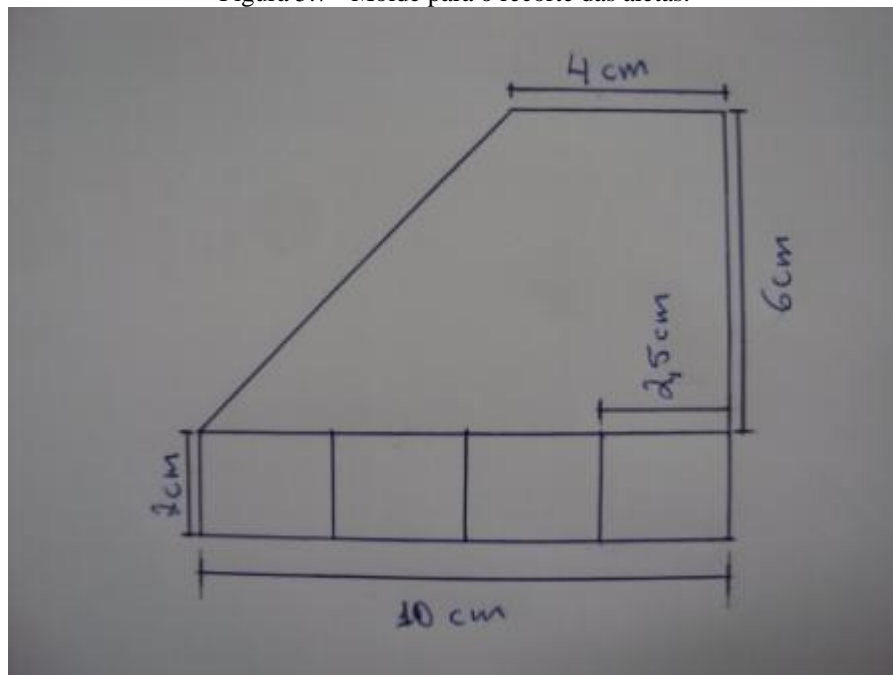


Figura 5.6 - Fixando as duas garrafas com a fita isolante.



Para a aerodinâmica do voo, é necessário construir as aletas, para isso, corte a pasta de arquivo morto seguindo os moldes da figura 5.7 com as seguintes medidas indicadas nos moldes. Importante ressaltar que a pasta de arquivo morto é apenas uma das alternativas para as aletas, outro material para a confecção dessas aletas pode ser o recipiente para armazenar sorvetes.

Figura 5.7 - Molde para o recorte das aletas.



A figura 5.8 mostra a aleta recortada. Depois disso é necessário recortar um retângulo com 2 cm de base e dividir esta altura em 4. Esta parte servirá para fixar a aleta no corpo do foguete. Faça cortes a cada 2,5 cm ao longo da altura do retângulo acima mencionado. Dobre 2 cm para o lado esquerdo e 2 cm para o lado direito, conforme mostra a figura 5.9.

Convém lembrar que as aletas podem ser confeccionadas utilizando outros formatos com as mesmas medidas, considerando dessa forma que a equipe envolvida pesquisa e encontra o melhor formato aerodinâmico durante o voo do foguete.

Figura 5.8 - Aleta recortada.

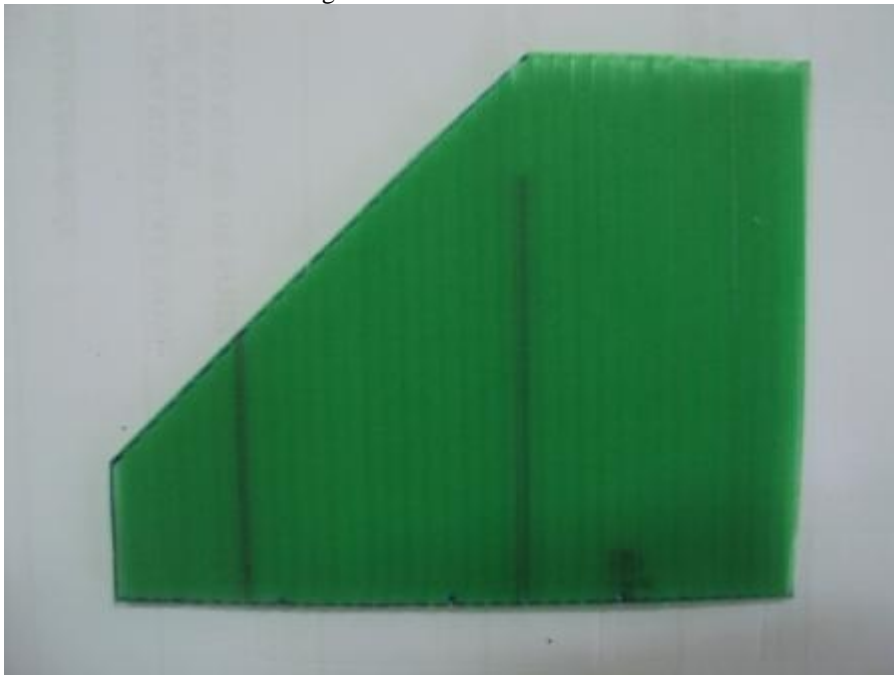
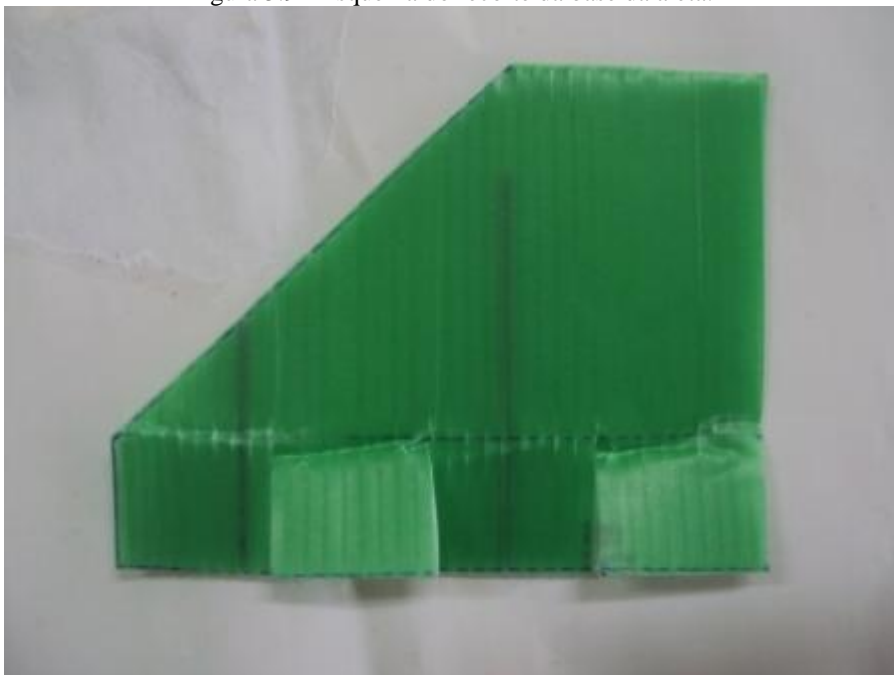
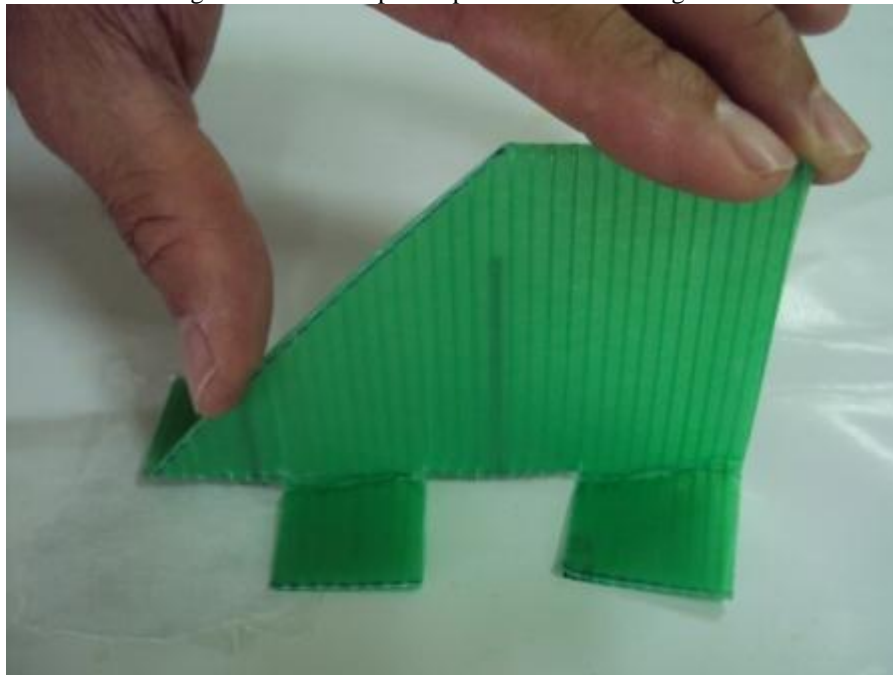


Figura 5.9 - Esquema do recorte da base da aleta.



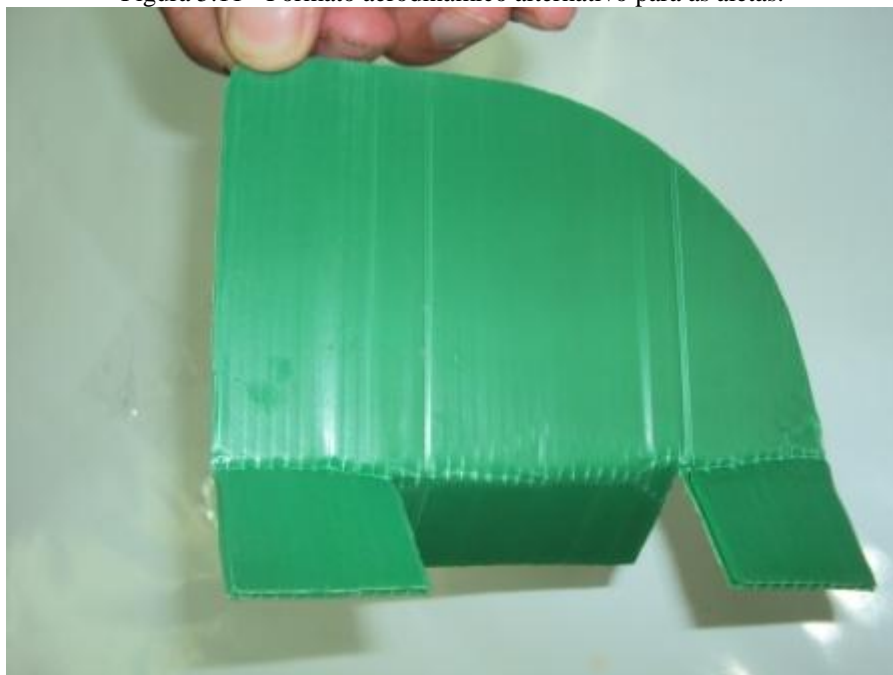
Depois de dobrada, a aleta está pronta para ser fixada no corpo do foguete e terá o aspecto da figura 5.10.

Figura 5.10 - Aleta pronta para ser fixada no foguete.



A figura 5.11 abaixo demonstra um formato aerodinâmico alternativo na confecção das aletas.

Figura 5.11 - Formato aerodinâmico alternativo para as aletas.



Depois de prontas as aletas, fixe-as ao corpo do foguete. Para isso, encaixe a parte recortada do ponto médio da garrafa pet na garrafa inteira que está servindo de corpo do foguete ou se preferir fixe as aletas no próprio corpo do foguete porque o bico foi recortado da primeira garrafa com comprimento longo, ou seja, de 20 cm a 25 cm. Recomenda-se 3 aletas distribuídas uniformemente no círculo da garrafa, dessa forma, fixe as três aletas dispostas a 120° uma da outra, próximas ao bico da garrafa não cortada utilizando a fita isolante ou a fita adesiva conforme mostra as figuras 5.12, 5.13 e 5.14.

Figura 5.12 - Encaixe da peça onde será fixada as aletas.



Figura 5.13 - Fixando as aletas no corpo do foguete.



Figura 5.14 - Foguete pronto com as aletas fixadas.



A figura 5.15 mostra os materiais utilizados para a confecção da base. A base será construída com cano de PVC de 20 mm. Observe que o cano foi cortado em 2 pedaços de 20 cm e 4 pedaços de 10 cm.

Figura 5.15 - Materiais para a confecção da base do foguete.



Para confeccionar a base do foguete, inicialmente conecte dois pedaços de 10 cm num T e nos joelhos, conforme a figura 5.16. Os dois pedaços de 20 cm são conectados nestes joelhos de acordo com a figura 5.17.

Figura 5.16 - Conexão dos canos de 10 cm aos joelhos e no T.



Figura 5.17 - Conexão dos canos de 20 cm aos joelhos.



Os outros pedaços de 10 cm serão unidos com o registro metálico ou plástico também de 20 mm e depois de unidos, serão conectados no T de acordo com as figuras 5.18 e 5.19.

Feito isso, enrole com a fita isolante dando umas cinco voltas na parte superior próximo do registro, esse mecanismo servirá para o encaixe do foguete no momento do lançamento, ver figura 5.20. Lembre-se que a base estará pressurizada quando o foguete estiver conectado à base e pronto para sair da mesma, por isso considera muito importante colocar o registro metálico ou material plástico, dessa forma, o registro irá funcionar como válvula de segurança para despressurizar o sistema numa emergência. Se preferir pode ser utilizado um registro com alavanca ou torneira facilita a abertura no caso do foguete não sair da base ou se quiser abortar o lançamento.

Figura 5.18 - Conexão do cano onde será encaixado o foguete.



Figura 5.19 - Conexão do registro de segurança.



Figura 5.20 - Conexão do último cano no encaixe do foguete com a fita isolante enrolada.



A figura 5.21 mostra que o cano onde ficará o foguete deve ser fixado com um ângulo de 45° com o plano do solo. Para determinar o ângulo, utilize um transferidor ou até mesmo um inclinômetro que pode ser encontrado em aplicativos para ser baixo em smartphones. Para uma melhor fixação recomenda-se utilizar cola de cano nas junções, lembre-se que a cola deixará fixas todas as junções, não sendo possível a remoção.

Figura 5.21 - Base mostrando a inclinação correta para o lançamento do foguete.



Para prender rigidamente o foguete à sua base, quando pressurizado, recomendamos fazer um gatilho. A figura 5.22 mostra os materiais necessários nessa confecção. Prenda as presilhas distribuídas uniformemente em volta do cano onde será encaixada a boca do foguete com a abraçadeira de metal, aperte bem com uma chave de fenda. As presilhas irão segurar nos brinco do foguete e prenderem este à base, conforme as figuras 5.23 e 5.24.

Figura 5.22 - Materiais para a confecção do gatilho.

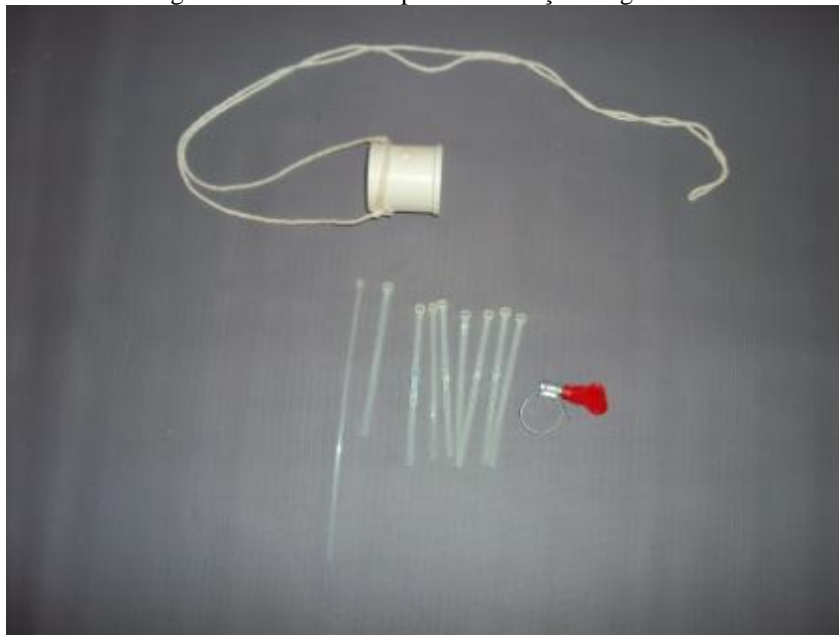


Figura 5.23 - Inserção das presilhas na abraçadeira de metal.

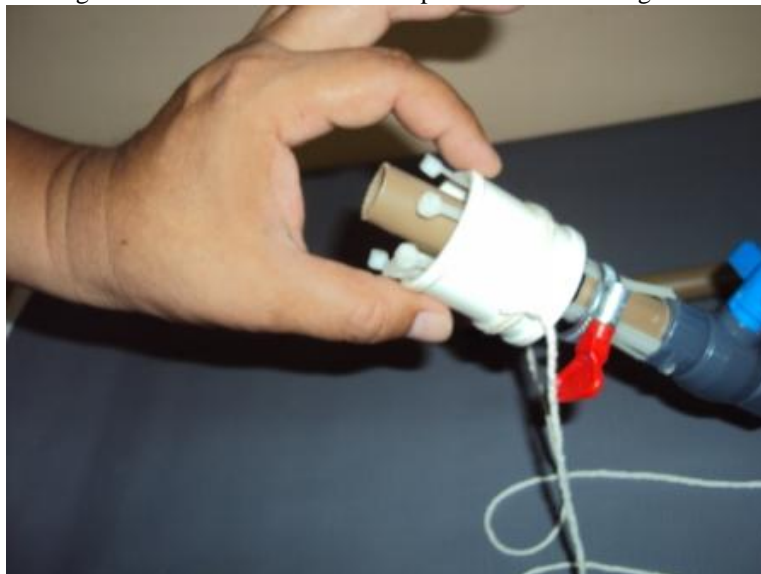


Figura 5.24 - Presilhas inseridas por completo em torno do cano.



Para liberar essas presilhas pegue a luva de 40 mm, que está demonstrada na figura 5.22 com dois furos opostos na extremidade e com um barbante de 2 ou 3 metros amarrado na extremidade desta luva que servirá para puxar e liberar o foguete. Este aparato é considerado como o gatilho de lançamento, a luva funciona como um anel ao redor do pedaço de 20 cm que sai do T, ver figura 5.25.

Figura 5.25 - Luva sendo inserida para a conclusão do gatilho.



Depois de cumprir todas as etapas na construção, está pronto o foguete. A figura 5.26 demonstra o foguete pronto na base de lançamento. Deve-se ressaltar que a base feita com cano de PVC é apenas uma das alternativas. Pode também ser utilizada base de metal com reservatório do combustível que será utilizado para o voo do foguete na própria base. Tudo isso vai depender da criatividade das equipes e ainda deve-se considerar que o custo será maior para a confecção da base desse tipo. Uma base de metal é demonstrada na figura 5.27 com todos os mecanismos de segurança necessário para o lançamento do foguete.

Figura 5.26 - Foguete pronto na base de lançamento.



Figura 5.27 - Foguete na base alternativa feito de metal.



No momento do lançamento, a base do foguete deverá ser firmemente fixada ao solo com pelo menos quatro grampos de ferro no formato da letra U. Os grampos podem ser substituídos por cabo de guarda-chuva se estiver em mãos. Fixe um grampo em cada lado da base e outro perto da conexão em forma de T de acordo com a figura 5.28. Esse mecanismo é muito importante, pois se a base não estiver bem fixada ao chão, o foguete sairá da base para qualquer direção podendo causar acidentes.

Figura 5.28 - Grampo de ferro sendo fixado para prender a base do foguete ao chão.



Além da fixação da base do foguete ao chão para evitar graves acidentes. É necessário utilizar equipamentos de proteção individual (EPI) como óculos de proteção, capa de chuva, luva de borracha, máscara do tipo enfermagem e sapato fechado como mostra a figura 5.29.

Outro fator a considerar é que essa brincadeira seja realizada preferivelmente na presença de um adulto ou se estiver em casa, o importante é que os pais participem desse momento.

Figura 5.29 - Equipamentos de proteção para o lançamento de foguetes (EPI).



ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

Primeiramente proteja-se com os EPI mencionados anteriormente e afaste todas as pessoas por cerca de 10 metros do local onde vai manusear os combustíveis. Todos devem estar atrás da base de lançamento, não lance o foguete em ruas ou avenidas, use grandes espaços abertos e vazios.

Para o combustível do foguete misture o vinagre com a concentração de 4% e bicarbonato de sódio. Porém, o contato de ambos gera, instantaneamente, um gás. Logo, vinagre e bicarbonato só podem entrar em contato depois que o foguete estiver completamente preso à sua base, atente que todo o conjunto ainda estará em suas mãos, portanto, muito cuidado.

Infle e esvazie, algumas vezes, um balão de aniversário, para que fique bem flácido. Coloque o balão de aniversário dentro do foguete, mas segure o bico do balão ainda do lado de fora do foguete conforme a figura 5.30.

Figura 5.30- Balão sendo colocado no interior do foguete para que seja inserido o vinagre.



Coloque cerca de meio litro de vinagre no interior do balão, para isso faça um furo no fundo do frasco do vinagre estando o frasco virado com a boca para baixo e dê alguns assopros para que o vinagre entre no balão de acordo com figura 5.31.

Figura 5.31 - Inserido o vinagre no interior do balão.



Completado o enchimento do balão de vinagre amarre a boca do balão e solte-o dentro da garrafa. Logo depois, despeje cerca de 250 gramas de bicarbonato de sódio dentro da garrafa utilizando um recipiente de acordo com a figura 5.32.

Figura 5.32 - bicarbonato sendo colocado dentro do foguete.



Para facilitar a inserção do bicarbonato de sódio pode ser utilizado também um funil conforme mostrado na figura 5.33.

Figura 5.33 - Inserido o bicarbonato de sódio com o auxílio de um funil.



Insira dentro do cano uma vareta de madeira do tipo para churrasco onde encaixará o foguete. Mantendo o foguete virado para baixo introduza o foguete ao tubo de lançamento da base cuidadosamente, atentando para que a ponta da vareta de churrasco não fure o balão de acordo com a figura 5.34.

Mantendo o foguete virado para baixo todo o tempo, prenda o gatilho feito com a luva de 40 mm aos brinco do pescoço do foguete. Não vire o foguete para cima ainda. Mantenha-o para baixo, e nem fure o balão.

Figura 5.34 - Foguete sendo introduzido na base de lançamento.



Outra opção é colocar o vinagre diretamente dentro da garrafa e o bicarbonato em trouxinhas cilíndricas feitas com papel. As trouxinhas precisam estar amarradas nas pontas. Neste caso não precisa da vareta, mas precisa de rapidez, pois o vinagre dissolve rapidamente o papel.

Alguns cuidados devem ser considerados para evitar acidente tais como: escolha um local de terra não muito dura nem muito macia. Tenha em mãos um martelo ou uma marreta e os três grampos de ferro para a fixação da base de lançamento ao chão. Observe cuidadosamente a direção de lançamento, nunca lance o foguete na vertical. Encaixe o foguete na base, observe que o balão estoura ao ser perfurado pela fina ponta da vareta. Se isso não ocorrer vire o foguete para baixo e para cima até que o balão estoure. Cuide para que o gatilho esteja encaixado nos brincos do foguete, isso é fundamental. Após o vinagre se misturar ao fermento apoie a base no chão fixe-a com os grampos de ferro nos locais estipulados, depois disso, não fique na frente do foguete, pois o mesmo pode se soltar da base.

Estando o foguete devidamente fixado na base e esta devidamente fixada ao chão com os grampos, importante, não use pedras sobre a base. Observe se o cano onde está o foguete esteja inclinado em 45° e apontando numa direção bem livre de pessoas ou bem móveis ou imóveis, então, mantendo todos afastados 10 m do foguete, neste momento, estique completamente o barbante, conte mais ou menos uns cinco segundos, puxe secamente o

gatilho pelo barbante. Observe que o foguete sairá violentamente da base lançando o combustível para trás e indo para frente num movimento parabólico, atingindo cerca de 100 m a 200 m conforme mostra a figura 5.35.

Figura 5.35 - Foguete saindo da base de lançamento.



Se houver algum pequeno vazamento, se apresse em fazer o lançamento, mas não se precipite, é melhor fazer um lançamento de pequeno alcance do que perder todo o combustível, ou o que é pior, lançar na direção errada e machucar alguém ou danificar algum bem móvel ou imóvel. Há uma combinação ideal de volumes de vinagre, bicarbonato de sódio, ângulo de lançamento, tamanho das aletas, direção do vento, tamanho, peso, quantidade e posição das aletas, valor do contrapeso, acabamento, etc, que permite que o foguete atinja cerca de 200 metros ou mais. Dessa forma, se o foguete não sair da base será preciso despressurizar ou empurrá-lo com a mão, por isso a necessidade dos óculos e capa de chuva, ver figura 5.36.

Figura 5.36 - Auxiliando o foguete para sair da base.



Qual a explicação para o voo do foguete?

Quando ocorre a reação do vinagre e o bicarbonato de sódio no interior da garrafa, essa reação libera uma quantidade de gás em alta pressão, esse gás empurra o solo para trás e o solo empurra o foguete para cima. Na natureza, se pode constatar por meio de observações que forças trocadas por corpos sempre existem aos pares, ou seja, não existe uma força sem que haja outra que a ela corresponde. Dizemos que dois corpos interagem quando empurram ou puxam um ao outro, podendo essa interação ser de campo ou de contato. Isso quer dizer que, quando um corpo exerce uma força sobre outro, este também exerce uma força sobre o primeiro. Essa constatação, observada por Newton, cujo enunciado denominado de 3ª lei de Newton ou Princípio da Ação e Reação, pode ser expressa seguinte maneira:

Toda força, neste caso, ação que surgir num corpo como resultado da interação com outro corpo faz surgir nesse corpo uma força, chamada de reação, cuja intensidade e direção são as mesmas da ação, mas de sentido contrário.

Apesar de terem a mesma intensidade, as forças de ação e reação não produzirão, indistintamente, os mesmos efeitos nos corpos onde são aplicadas. Tudo dependerá da massa e da resistência de cada objeto. É por esse motivo que uma pessoa sente dor ao bater o pé contra algo duro e resistente. É importante ressaltar que, como as forças de ação e reação

estão sempre aplicadas em corpos distintos, os efeitos de uma nunca serão neutralizados pelos da outra, isto é, ação e reação nunca se equilibram entre si, mas somente com outras forças.

Como o foguete é lançado obliquamente nas proximidades da superfície terrestre, durante o voo, o foguete realiza um movimento parabólico, ou seja, sobe verticalmente até atingir a altura máxima e desce novamente tocando o solo. Importante ressaltar que ao mesmo tempo, o foguete desloca-se na direção horizontal. Tal movimento foi explicado por Galilei Galileu no século XVI, através do princípio da independência dos movimentos e depois comprovado experimentalmente:

Quando um objeto realiza um deslocamento que é a resultante de vários movimentos componentes, cada um deles ocorre como se os demais não existisse, mas no mesmo intervalo de tempo.

Desprezando a resistência do ar e a velocidade do vento sobre o foguete no movimento oblíquo, inicialmente, o foguete possui determinada velocidade inicial v_0 . Sendo ela um vetor de inclinação θ com a horizontal, podemos decompô-la nas direções horizontal e vertical.

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos\theta \quad (5.1)$$

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sin\theta \quad (5.2)$$

Lembrando que o deslocamento animado por mais de uma velocidade pode ser estudado como uma composição de movimentos simultâneos e independentes, o lançamento do foguete pode ser separado em:

Um movimento retilíneo e uniforme na direção horizontal;

Um movimento retilíneo uniformemente variado na direção vertical, devido à ação da aceleração da gravidade, considerada constante e dirigida verticalmente para baixo.

Utilizando a equação de Torricelli que relaciona a velocidade final na componente vertical e considerando que no ponto mais alto da trajetória essa velocidade $v_y = 0$. Então, tomando $\Delta h = h_{m\acute{a}x}$, temos a expressão da altura máxima dada por:

$$h_{m\acute{a}x} = \frac{v_{0y}^2}{2g} \quad (5.3)$$

$$h_{m\acute{a}x} = \frac{v_0^2 \cdot \text{sen}^2 \theta}{2g} \quad (5.4)$$

Para calcular o tempo necessário para o foguete atingir a altura máxima, podemos utilizar a equaao da velocidade do movimento uniformemente variado na componente vertical e assim escrever:

$$t_{h_{m\acute{a}x}} = \frac{v_{0y}}{g} \quad (5.5)$$

$$t_{h_{m\acute{a}x}} = \frac{v_0 \cdot \text{sen} \theta}{g} \quad (5.6)$$

Como serão desprezadas todas as forças externas durante o movimento, dessa forma podemos considerar que o tempo gasto para retornar ao solo será o dobro do tempo da altura máxima. Então, o tempo final será dado pela expressão seguinte:

$$t_{fin} = 2 \cdot t_{h_{m\acute{a}x}} \quad (5.7)$$

$$t_{fin} = 2 \cdot \frac{v_0 \cdot \text{sen} \theta}{g} \quad (5.8)$$

Importante ressaltar que o tempo de permanência no ar dos corpos desde o estado inicial de repouso até sua finalizaao, depende exclusivamente da componente vertical de sua velocidade inicial.

Considerando que na componente horizontal a velocidade se mantem constante temos:

$$x = v_x \cdot t \quad (5.9)$$

$$d_{m\acute{a}x} = v_x \cdot t_{fin} \quad (5.10)$$

$$d_{m\acute{a}x} = v_0 \cdot \text{cos} \theta \cdot 2 \cdot \frac{v_0 \cdot \text{sen} \theta}{g} \quad (5.11)$$

$$d_{m\acute{a}x} = \frac{v_0^2 \cdot 2 \cdot \text{sen}\theta \cdot \text{cos}\theta}{g} \quad (5.12)$$

Da trigonometria, sabemos que $2 \cdot \text{sen}\theta \cdot \text{cos}\theta$ é o mesmo que $\text{sen}2\theta$. Finalmente, a equação para o alcance horizontal máximo é:

$$d_{m\acute{a}x} = \frac{v_0^2 \cdot \text{sen}2\theta}{g} \quad (5.13)$$

Podemos aproveitar esse resultado para compreender porque o foguete deve sair da base obliquamente com um ângulo de 45° para atingir o máximo alcance.

PERGUNTAS

1. Teoricamente a massa do foguete influencia durante o voo?
2. O que acontece se o foguete sair da base sem as aletas?
3. O foguete de garrafas pets pode atingir altitudes muito elevadas?
4. Se o ângulo de lançamento for diferente de 45° , o foguete realiza um movimento de maior altitude ou de maior longitude?
5. É possível colocar uma carga útil para que o foguete levasse até uma altura h e retornar com a carga sem sofrer danos, o que deveria ser feito para que isso ocorresse?

APLICAÇÕES NO COTIDIANO

Os veículos lançadores ou foguetes espaciais são peças fundamentais para o desenvolvimento da astronáutica, sendo capazes de lançar ao espaço instrumentos como sondas interplanetárias que revelam segredos de planetas distantes e satélites com variadas funções. O desenvolvimento desses veículos, orbitais e suborbitais são de importância estratégica, pois garante a necessária autonomia para o acesso ao espaço.

O Brasil, por meio do Instituto de Aeronáutica e Espaço e da indústria aeroespacial, concebeu e produziu um bem-sucedido conjunto de veículos de sondagem. Esses foguetes proporcionaram a realização de inúmeros experimentos científicos e tecnológicos.

O domínio da tecnologia dos foguetes de sondagem serviu de base para o desenvolvimento de um Veículo Lançador de Satélites, um artefato de quatro estágios, com cerca de 50 toneladas na decolagem, capaz de lançar satélites de 100 kg a 350 kg, em altitudes de 200 km a 1000 km.

Os foguetes de sondagem são utilizados para missões suborbitais de exploração do espaço, capazes de lançar cargas-úteis compostas por experimentos científicos e tecnológicos. O Brasil possui veículos operacionais dessa classe, que suprem boa parte de suas necessidades, com uma história bem-sucedida de lançamentos.

O projeto iniciou-se em 1965, quando o foguete Sonda I fez o voo inaugural, primeiro lançamento de um foguete nacional. Esse lançamento foi realizado no Centro de Lançamento da Barreira do Inferno. Durante um período de 12 anos, foram realizados mais de 200 experimentos com foguetes desse tipo. A política de envolvimento crescente das universidades e centros de pesquisa no programa espacial vem acarretando uma demanda maior desses veículos, continuando sua produção.

CONCLUSÃO

O experimento realizado através do lançamento de foguetes tem uma grande relevância, pois é possível aproximar a teoria ao cotidiano das pessoas. Tornando fácil a percepção da existência de movimentos simultâneos. Através desse experimento observa-se a importância didática, analisamos ainda que o foguete é um objeto cuja movimento depende da ação e reação do combustível em seu interior explicada pela 3ª lei de Newton. Com materiais de fácil acesso e de baixo custo se considerarmos que muitos dos materiais utilizados temos em casa, e, a partir da confecção do aparato estamos possibilitando a interação entre teoria e prática. Essa simples brincadeira pode auxiliar o aluno a entender os conceitos de forma empírica, levando-o a compreender melhor o significado de lançamento oblíquo.

6 ROTEIRO DIDÁTICO EXPERIMENTAL - ONDULATÓRIA

GRANDE ÁREA DA FÍSICA

Ciências Exatas e da Terra

ÁREA DA FÍSICA

Ondulatória

SUBÁREA DA FÍSICA

Oscilações

EIXO TEMÁTICO

Pêndulo simples

INTRODUÇÃO

O pêndulo simples é um sistema composto de uma massa presa a uma extremidade de um fio, a outra extremidade é fixada ao teto, por exemplo, de maneira que a massa possa oscilar. Embora se trate de um movimento oscilatório, para qualquer ângulo de oscilação não pode ser considerado como movimento harmônico simples porque sua trajetória não é retilínea. Assim o movimento para pequenas oscilações do pêndulo simples é um MHS.

Com o movimento pendular é possível determinar o valor da aceleração da gravidade local e ainda compreender a invenção do relógio de pêndulo. Para isso podemos utilizar materiais simples, com custo acessível e mostrar de uma maneira mais interativa, conceitos que geralmente é difícil sua compreensão apenas de forma teórica.

OBJETIVO GERAL

Associar o movimento pendular com o movimento harmônico simples e compreender que a aceleração pode ser medida a partir de um pêndulo simples.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir um pêndulo simples e analisar seu movimento em torno de uma posição de equilíbrio.
- Verificar quais são as variáveis que determinam o período de oscilação do pêndulo simples.
- Comparar os conceitos teóricos com os resultados experimentais para o período de um pêndulo simples.
- Determinar o valor da aceleração da gravidade local através do movimento de um pêndulo simples.

APRESENTAÇÃO

No final do século XVI o físico e astrônomo italiano Galileu Galilei, supostamente observando o lustre da catedral de Pisa, concluiu que o período do pêndulo parece não depender da amplitude. Percebeu assim que o pêndulo poderia ser um instrumento importante para medir o tempo.

Foi o jovem astrônomo e matemático holandês, Christian Huygens, quem projetou o primeiro relógio de pêndulo em 1656. Huygens percebeu melhor que Galileu que o pêndulo, quando atravessa um arco circular, completa as oscilações de menor amplitude mais depressa do que as de amplitudes maiores. Concluiu assim que qualquer variação na amplitude do movimento do pêndulo faria um relógio adiantar ou atrasar. Mas manter uma amplitude constante de oscilação seria impossível, por causa do atrito. Huygens então projetou uma suspensão que permite à ponta do pêndulo movimentar-se formando um arco cicloide.

Durante os três últimos séculos o pendulo simples foi o mais confiável medidor do tempo de que se dispôs, sendo substituído no século XX pelos relógios de oscilações atômicas e eletrônicas. É também um instrumento conveniente para a medição da aceleração da

gravidade. Certas informações sobre o subsolo terrestre, como a localização de jazidas de petróleo e minerais, por exemplo, podem ser analisadas a partir do conhecimento das variações locais de g.

MATERIAIS UTILIZADOS

1. Chave de fenda média
2. Chumbada de pesca com massas diferenciadas
3. Cronômetro
4. Furadeira elétrica
5. Linha de pesca com 10 cm, 20 cm e 40 cm
6. Martelo
7. Parafuso médio e grande
8. Madeira com 5 cm x 50 cm
9. Transferidor
10. Trena
11. Tesura
12. Viga de 40 cm

Tabela 6.1 - Lista dos materiais utilizados na confecção do experimento.

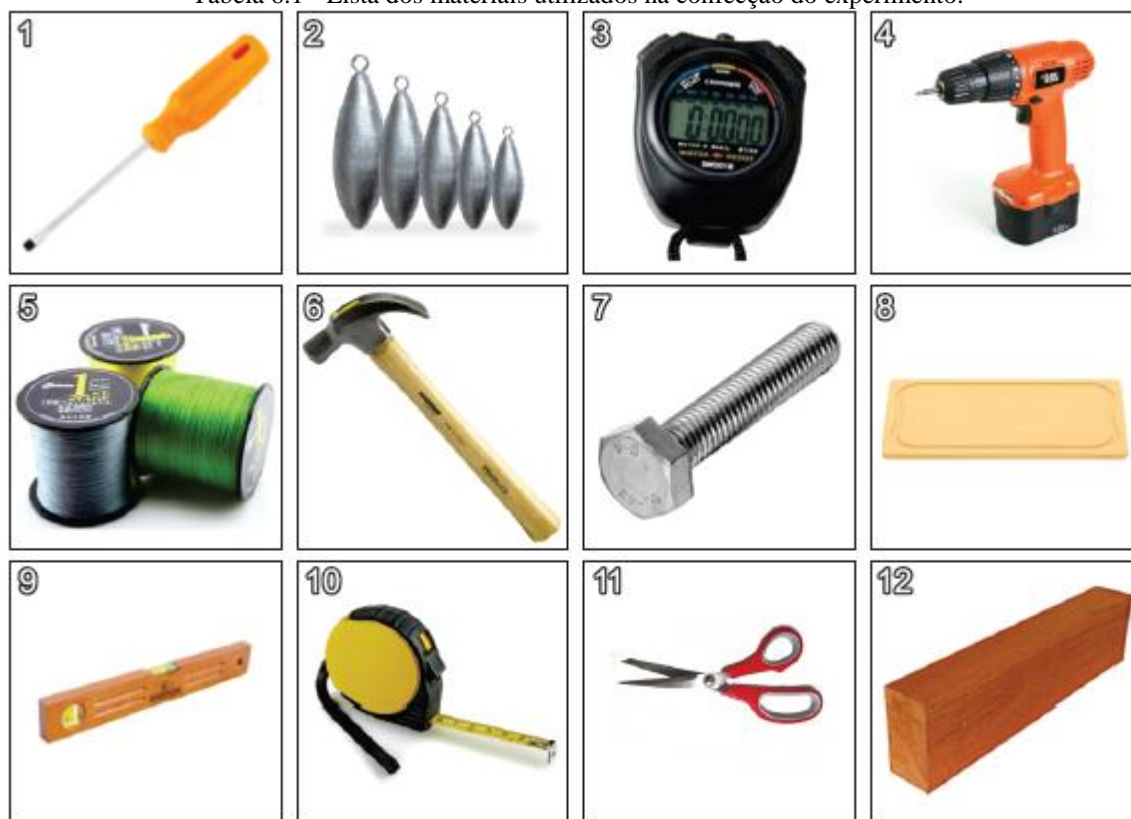


Tabela 6.2 - Custo médio dos materiais.

| Quantidade | Materiais | Preço unitário (R\$) | Preço total (R\$) | Total (R\$) |
|------------|----------------------|-------------------------|----------------------|----------------|
| 5 | Chumbadas de pesca | 0,20 | 1,00 | |
| 1 | Chave de fenda média | 3,00 | 3,00 | |
| 1 | Cronômetro | 5,00 | 5,00 | |
| 1 | Furadeira elétrica | 153,00 | 153,00 | |
| 1 | Linha de pesca | 3,00 | 3,00 | |
| 1 | Madeira 5 cm x 50 cm | Doação | Doação | 192,50 |
| 1 | Martelo | 10,00 | 10,00 | |
| 1 | Parafuso grande | 0,25 | 0,25 | |
| 1 | Parafuso médio | 0,25 | 0,25 | |
| 1 | Transferidor | 1,00 | 1,00 | |
| 1 | Trena | 3,00 | 3,00 | |
| 1 | Tesoura | 12,00 | 12,00 | |
| 1 | Viga de 40 cm | 1,00 | 1,00 | |

MONTAGEM DO EXPERIMENTO

A figura 6.1 representa os materiais necessários para a montagem do experimento referente ao pêndulo simples, às vezes alguns desses materiais podem ser substituídos por outros similares, dependendo da criatividade da equipe envolvida.

Figura 6.1 - Materiais utilizados para a confecção do pêndulo simples.



Para a base do pêndulo utilize a viga de 40 cm, com a furadeira elétrica, perfure a viga para inserir a madeira de 5 cm x 50 cm na vertical essa servira como a haste do pêndulo conforme mostrado nas figuras 6.2 e 6.3.

Figura 6.2 - Perfurando a viga para o encaixe da haste.



Figura 6.3 - Haste sendo encaixa na base do pêndulo.



Para amarrar a linha de pesca que servirá como o comprimento do pêndulo insira o parafuso grande na extremidade da haste utilizando a chave de fenda de acordo com a figura 6.4, esse parafuso será o suporte para os vários comprimentos da linha de pesca.

Figura 6.4 - Parafuso sendo inserido na extremidade da haste.



Para medir o ângulo de inclinação ao iniciar o movimento do pêndulo é necessário utilizar um transferidor plástico com pelo menos 90° . Se preferir facilitar a medição do ângulo cole a imagem de um transferidor, para isso recorte um transferidor de papel com 180° que pode ser encontrado facilmente em sites da internet deixando-o com apenas uns 10° e fixe na haste. Todos esses passos são demonstrados nas figuras 6.5, 6.6, 6.7 e 6.8.

Figura 6.5 - Transferidor de papel com 180°.



Figura 6.6 - Recorte do transferidor de 180°.



Figura 6.7 - Fixando o transferidor recortado com 10°.



Figura 6.8 - Haste com o transferidor de 10° fixado.



Agora será amarrada a linha de pesca à haste. Para isso, prenda a chumbada na linha e essa linha no suporte que nesse caso é o parafuso da haste de modo que ela possa oscilar livremente, variando quando necessário o comprimento da linha de pesca, de acordo com as figuras 6.9, 6,10 e 6.11.

Figura 6.9 - Inserindo a linha na chumbada.



Figura 6.10 - Conjunto linha e chumbada.



Figura 6.11 - Amarrando o conjunto linha - chumbada na haste do pêndulo.



Depois de cumprir todas essas etapas o pêndulo está pronto conforme é demonstrado na figura 6.12.

Figura 6.12 - Pêndulo simples pronto.



A figura 6.13 mostra um pêndulo simples que pode ser montado utilizando materiais alternativos daqueles encontrados prontos em um laboratório de Física, considerando que não é o objetivo proposto nesse trabalho.

Figura 6.13 - Pêndulo simples alternativo.



ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

Depois de pronto o pêndulo simples, é momento de teste como funciona o experimento. Para iniciar coloque o pêndulo para oscilar em pequenos ângulos, ou seja, menores que $\theta \leq 5^\circ$ conforme a figura 6.14, esse ângulo será medido com o auxílio do transferidor fixado na haste.

Figura 6.14 - Iniciando o movimento do pêndulo simples.

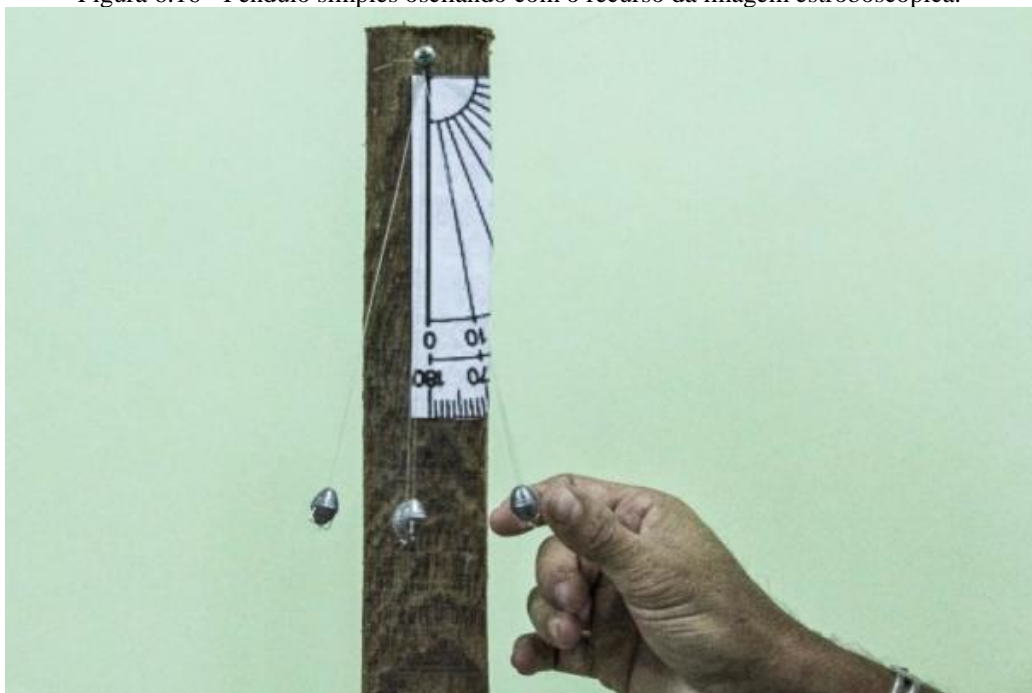


A figura 6.15 mostra o pêndulo oscilando em um ponto. Já na figura 6.16 é possível observar o movimento do pêndulo em vários pontos devido a captura da imagem utilizando do recurso estroboscópico.

Figura 6.15 - Pêndulo oscilando.



Figura 6.16 - Pêndulo simples oscilando com o recurso da imagem estroboscópica.



Simultaneamente ao movimento do pêndulo, com o auxílio de um cronômetro marque o tempo que o pêndulo leva para efetuar pelo menos umas cinco oscilações. Importante ressaltar que o cronômetro pode ser substituído pelo cronometro de qualquer celular. Anote corretamente o tempo das cinco oscilações e logo depois retire a média em cada oscilação. O tempo calculado em cada oscilação corresponderá ao período dessa oscilação.

Varie a massa suspensa no pêndulo trocando as chumbadas, o comprimento do fio medido com a trena e o ângulo de oscilação, mas mantendo este menor que 5° e veja como varia o tempo para efetuar o mesmo número de oscilações.

Para pequenas oscilações, o movimento pendular também pode ser trabalhado em termos de um MHS, por considerar que o pêndulo simples realiza um movimento é oscilatório e periódico.

Na figura 6.17, estão representadas as forças que atuam sobre o corpo suspenso do pêndulo, desprezando a resistência do ar e a massa do fio.

\vec{P}_x : força na direção horizontal.

\vec{P}_y : força na direção vertical.

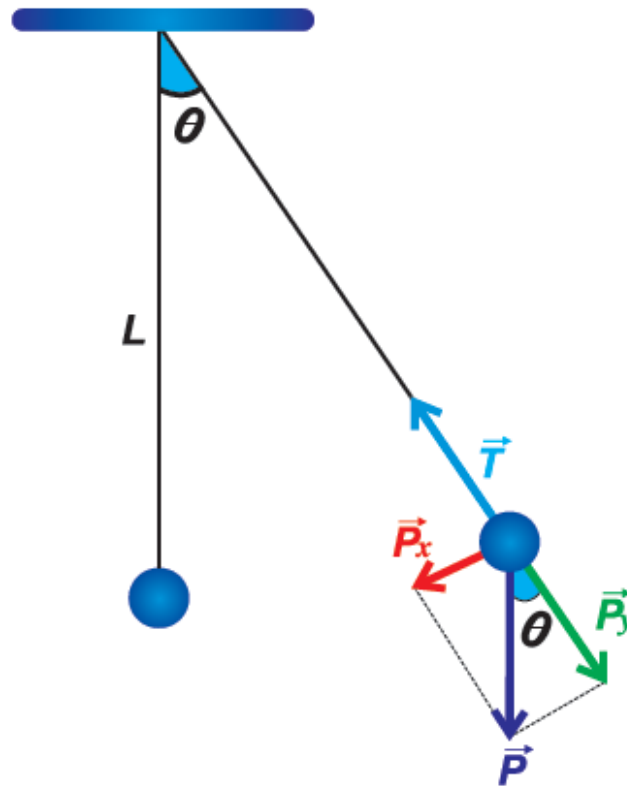
\vec{P} : força peso.

L: comprimento do fio.

\vec{T} : tração no fio.

θ : ângulo de abertura.

Figura 6.17 - Forças atuantes sobre um pêndulo simples.



Quando afastamos a massa da posição de repouso e a soltamos, o pêndulo realiza oscilações. As forças que atuam na massa pendular são a tração \vec{T} , exercida pelo fio, e o peso \vec{P} da massa.

O peso pode ser decomposto segundo as direções da reta tangente e da reta normal à trajetória.

A componente tangencial do peso \vec{P}_x é a força restauradora do movimento oscilatório do pêndulo e sua intensidade pode ser calculada por:

$$\vec{P}_x = P \cdot \cos\theta \quad (6.1)$$

A componente da força peso é dada por:

$$\vec{P}_y = P \cdot \sin\theta \quad (6.2)$$

A força na componente vertical \vec{P}_y se anulará com a força de tração do fio, sendo assim, a única causa do movimento oscilatório é a força na direção da componente \vec{P}_x , Então:

$$F = P \cdot \text{sen}\theta \quad (6.3)$$

No entanto, o ângulo θ , expresso em radianos que por definição é dado pelo quociente do arco descrito pelo ângulo, que no movimento oscilatório de um pêndulo é x e o raio de aplicação do mesmo, no caso, dado por l , assim:

$$\theta = \frac{x}{l} \quad (6.4)$$

Onde ao substituirmos em F:

$$F = P \cdot \text{sen} \frac{x}{l} \quad (6.5)$$

Assim é possível concluir que o movimento de um pêndulo simples não descreve um MHS, já que a força não é proporcional à elongação e sim ao seno dela. No entanto, para ângulos pequenos, ou seja, $\theta \leq 10^\circ$, o valor do seno do ângulo é aproximadamente igual a este ângulo θ . Então, ao considerarmos os casos de pequenos ângulos de oscilação:

$$F = P \cdot \text{sen} \frac{x}{l} \quad (6.6)$$

$$F = P \cdot \frac{x}{l} \quad (6.7)$$

$$F = \frac{P}{l} \cdot x \quad (6.8)$$

Pela segunda Lei de Newton, para um objeto nas proximidades terrestre a força peso é dada por:

$$P = m \cdot g \quad (6.9)$$

Como m , g e l são constantes neste sistema, podemos considerar que:

$$K = \frac{P}{l} \quad (6.10)$$

$$K = \frac{m \cdot g}{l} \quad (6.11)$$

Então, reescrevemos a força restauradora do sistema como:

$$F = K \cdot x \quad (6.12)$$

Sendo assim, a análise de um pêndulo simples nos mostra que, para pequenas oscilações, um pêndulo simples descreve um MHS. Como para qualquer MHS, o período é dado por:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}} \quad (6.13)$$

E como:

$$K = \frac{m \cdot g}{l} \quad (6.14)$$

Então o período de um pêndulo simples pode ser expresso por:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\frac{m \cdot g}{l}}} \quad (6.15)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (6.16)$$

As expressões para o cálculo da frequência e do período do pêndulo simples, em relação aos parâmetros físicos do sistema, são bastante semelhante às do oscilador massa-mola, relacionando o MHS com o movimento circular uniforme, podemos calcular a frequência de oscilação do pendulo simples da seguinte forma:

$$f = \frac{1}{T} \quad (6.17)$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (6.18)$$

Note que a frequência e o período de oscilação não dependem da massa do pêndulo.

Isolando g na equação do período chegará à equação abaixo e a partir dessa equação podemos medir a aceleração da gravidade e encontrarmos um valor próximo do valor conhecido para a aceleração da gravidade local.

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} \quad (6.19)$$

Portanto, para determinar a aceleração da gravidade em um ponto qualquer da Terra basta dispor de um pêndulo simples, um cronômetro, uma régua ou uma trena.

PERGUNTAS

1. Teoricamente a massa e a amplitude do pêndulo interferem no valor do período?
 2. Calcule, teoricamente, qual deverá ser o comprimento de um pêndulo para que seu período seja de 1 segundo.
 3. Construa um pêndulo com o comprimento igual ao valor encontrado acima e confira, experimentalmente, se o período dele será, de fato, 1 segundo.
- Construa uma tabela e insira colunas para o comprimento, a massa e o período de um pêndulo simples com pelo menos cinco medidas diferentes.

APLICAÇÕES NO COTIDIANO

A partir de um pêndulo simples podemos compreender a invenção do relógio de pêndulo, calcular a aceleração da gravidade local. Outra aplicação desse tipo é a determinação da aceleração de um veículo quando este arranca. Ao pendurarmos um objeto qualquer por um fio inextensível podemos aplicar as equações fundamentais da Dinâmica e chegar a uma equação capaz de calcular a aceleração deste veículo.

CONCLUSÃO

O experimento realizado através do pêndulo simples é de grande importância para analisar certas propriedades do movimento oscilatório. Através desse experimento observa-se a importância didática desse experimento, analisamos ainda que o pêndulo simples é um equipamento que pode ser montado com grande facilidade, utiliza materiais simples de baixo custo se considerarmos que muitos dos materiais utilizados temos em casa, e, a partir da confecção do aparato estamos possibilitando a interação entre teoria e prática. Essa simples brincadeira pode auxiliar o aluno a entender os conceitos de oscilações, período e amplitude de forma empírica, levando-o a compreender melhor o significado de Movimento Harmônico Simples.

7 ROTEIRO DIDÁTICO EXPERIMENTAL - TERMOLOGIA

GRANDE ÁREA DA FÍSICA

Ciências Exatas e da Terra

ÁREA DA FÍSICA

Termologia

SUBÁREA DA FÍSICA

Termodinâmica

EIXO TEMÁTICO

Radiação do corpo negro

INTRODUÇÃO

Este experimento procura enfatizar a importância de fazer uso de experiências em sala de aula na construção do conhecimento do aluno, vários estudos mostram que a prática experimental torna o aprendizado do aluno mais divertido e motivador. Para isso podemos utilizar materiais simples, de baixo custo e mostrar, de uma maneira mais interativa, conceitos que geralmente é difícil sua compreensão apenas na forma teórica.

OBJETIVO GERAL

Compreender o comportamento de um corpo que em certa temperatura emite radiações na faixa da luz visível, a partir de observações práticas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir um aparato simples e analisar o comportamento de um corpo quando aquecido até certa temperatura;
- Observar o que acontece em relação à radiação no espectro visível da luz;
- Comparar cálculos teóricos com resultados experimentais para a radiação de um corpo que ao ser aquecido até certa temperatura aproxima de um corpo negro ideal;
- Determinar o valor da energia emitida por um corpo em alta temperatura utilizando-se da equação da energia de Planck.

APRESENTAÇÃO

Todo corpo, em qualquer temperatura que esteja, emite radiação eletromagnética, frequentemente denominada radiação térmica. As características dessa radiação dependem da temperatura e das propriedades do corpo que a emite. Em baixas temperaturas, a maior taxa de emissão está na faixa do infravermelho, tipo de onda eletromagnética não captada por nossos olhos.

Com o aumento gradativo da temperatura, o corpo começa a emitir luz, de início de cor avermelhada, passando para a amarela, verde, azul, até chegar à branca, em temperaturas suficientemente altas, como ocorre com os metais.

Uma análise mais apurada da radiação emitida revela que consiste numa distribuição contínua de comprimentos de onda que vão desde o infravermelho, passando pelo visível, até a região do ultravioleta do espectro eletromagnético.

Um modelo muito bom para estudar a emissão de radiação por aquecimento é o interior de um objeto oco e aquecido, em que a radiação escapa por uma cavidade em sua superfície.

O trabalho de Planck sobre a radiação do corpo negro foi apresentado à Sociedade Alemã de Física, em 14 de dezembro de 1900. Essa data é considerada por muitos físicos como o dia do nascimento da Física Quântica.

MATERIAIS UTILIZADOS

1. Carvão
2. Furadeira elétrica
3. Gengiskan
4. Laser óptico monocromático
5. Isqueiro
6. Óleo de soja
7. Papel higiênico
8. Termômetro de sensor infravermelho

Tabela 7.1 - Lista dos materiais utilizados na confecção do experimento.



Tabela 7.2 - Custo médio dos materiais.

| Quantidade | Materiais | Preço unitário (R\$) | Preço total (R\$) | Total (R\$) |
|------------|--------------------|----------------------|-------------------|-------------|
| 1 kg | Carvão | 2,00 | 2,00 | |
| 1 | Furadeira elétrica | 153,00 | 153,00 | |
| 1 | Gengiskan | 169,00 | 169,00 | |
| 1 | Laser óptico | 50,00 | 50,00 | 432,69 |
| 1 | Isqueiro | 4,30 | 4,30 | |
| 1 | Óleo de soja | 3,39 | 3,39 | |
| 1 | Papel higiênico | 1,00 | 1,00 | |
| 1 | Termômetro | 50,00 | 50,00 | |

MONTAGEM DO EXPERIMENTO

A figura 7.1 mostra os materiais que serão utilizados na montagem e execução do experimento sobre a radiação do corpo negro.

Figura 7.1 - Materiais utilizados no experimento.



Inicialmente coloque o carvão no interior do gengiskan, lembre-se que o carvão já precisa está com as cavidades feitas com o auxílio da furadeira elétrica conforme mostra a figura 7.2.

Figura 7.2 - Carvão pronto para ser aceso.



Aponte o laser óptico em direção ao carvão ainda apagado e irá verificar que o carvão emite toda a radiação que nele é incidida e observe que toda radiação será refletida.

Logo depois incendeie o carvão utilizando o isqueiro, um chumaço de papel higiênico embebido com óleo de soja. Após o carvão já incendiado meça a temperatura de forma gradativa até que o carvão esteja completamente radiante, onde nesse momento estará apresentando uma cor amarelada de acordo com as figuras 7.3, 7.4 e 7.5.

Figura 7.3 - Preparando o acendimento do carvão.



Figura 7.4 - Iniciando a chama ao carvão.



Figura 7.5 - Medindo a temperatura do carvão em certo intervalo de tempo.



ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

Como pode ser observada nesse experimento a radiação do corpo negro?

Quando o carvão estiver com a coloração avermelhada este aproxima de um corpo negro, onde será possível medir a energia radiante do mesmo e também conhecendo sua temperatura é possível determinar o comprimento de onda da intensidade espectral considerando dessa forma que o carvão poderia ser um corpo negro ideal. Na figura 7.6 é possível observar a luz do laser refletida pelo carvão aquecido, nesse momento o carvão ainda se apresenta como um corpo negro ideal.

Figura 7.6 - Incidindo a luz do laser no carvão em chamas.



Depois de algum tempo o carvão estará bem aquecido. Então incida novamente a radiação do laser óptico e como resultado, observa-se que a luz incidente não será refletida pela cavidade do carvão conforme mostra a figura 7.7.

Esse resultado demonstra a teoria de que um corpo negro ideal é um corpo que absorve toda a radiação que nele incide.

Figura 7.7 - Aproximação de um corpo negro ideal se a luz do laser não for refletida.



O que é a radiação de um corpo negro?

Não podemos indicar um objeto como exemplo de um corpo negro, pois um corpo negro não existe de verdade. A ideia de um corpo negro corresponde a uma extrapolação das propriedades de alguns materiais em algumas situações experimentais ou de alguns fenômenos naturais estudados pelos físicos.

Podemos dizer que um corpo negro é um corpo ideal, que tem a propriedade de absorver toda a radiação que incide sobre ele.

Poder emissivo de um corpo é a potência irradiada por unidade de área, sendo expressa por:

$$E = \frac{P}{A} \quad (7.1)$$

A unidade de poder emissivo no (SI) é o w/m^2 , usualmente podemos ter em cal/s.cm^2).

O poder emissivo de um corpo negro é proporcional à quarta potência da sua temperatura absoluta. A equação do poder emissivo é dada por:

$$E_{CN} = \sigma \cdot T^4 \quad (7.2)$$

Onde: $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ w/m}^2.\text{k}^4$ é denominada constante de Stefan - Boltzmann.

É comum compararmos o poder emissivo de um corpo qualquer com o do corpo negro por meio de uma grandeza denominada emissividade:

$$e = \frac{E}{E_{CN}} \quad (7.3)$$

O corpo negro apresenta emissividade unitária, ou seja:

$$e_{CN} = 1 \quad (7.4)$$

Em 1900, Max Planck desenvolveu um modelo matemático para a emissão de radiação eletromagnética que se ajustava perfeitamente à radiação de um corpo negro ideal. Para isso, teve de admitir que a emissão de energia não fosse contínua.

Essa teoria teve por base duas arrojadas hipóteses sobre a origem da radiação emitida pelas partículas na superfície dos corpos aquecidos:

1. As partículas oscilantes que emitem radiação podem ter apenas determinadas quantidades de energia, em valores discretos, dados por:

$$E_n = n \cdot h \cdot f \quad (7.5)$$

Em que n é um número inteiro positivo, f é a frequência da radiação emitida e h é uma constante universal conhecida como constante de Planck. O valor de h no SI é dado por:

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

2. As partículas emitem ou absorvem radiação em que quantidades discretas denominadas quanta considerado o plural de quantum.

A equação de Planck, apesar de resolver o problema da radiação emitida por um corpo negro e de estar de acordo com os dados experimentais de todos os exemplos testados, contrariava as Leis de Newton, que não faziam restrições à energia da radiação, permitindo que ela assumisse qualquer valor.

PERGUNTAS

1. Qual o conceito teórico para corpo negro?
2. Existe um corpo negro ideal?
3. Se a resposta foi sim na questão anterior.
4. Qual a condição para que um corpo se comporte como um corpo negro ideal?
5. Um objeto que se comporta como um corpo negro precisa ser da cor negra?

APLICAÇÕES NO COTIDIANO

A partir do modelo de um corpo negro ideal podemos citar os altos fornos de siderúrgica, compreender que um alto forno fechado. Quando medimos a energia emitida por um pequeno furo em uma das paredes do forno, vai obter, para cada temperatura, um valor múltiplo da constante h e da frequência sobre a qual medimos a energia, confirmando assim a lei da radiação de Planck. A radiação emitida pelo forno independe do material que está sendo fundido.

Outro exemplo que pode demonstrar esse efeito é o carvão super aquecido com pequenas cavidades, quando incidimos um raio laser sobre essas cavidades se verifica que a luz é totalmente absorvida por ele, demonstrando assim que quando aquecido em altas temperaturas o carvão aproxima de um corpo negro. Ainda podemos observar um forno à lenha que é uma cavidade que emite radiação eletromagnética em todas as frequências do espectro, mas devido à sua temperatura as radiações da faixa visível são emitidas com maior intensidade.

CONCLUSÃO

O experimento realizado trouxe uma gama de conhecimento que seria difícil a compreensão sobre radiação de um corpo negro apenas por meio da explicação teórica.

Através desse experimento observa-se a importância didática para a busca de uma aprendizagem dinâmica e motivadora. Com materiais de fácil acesso e um custo acessível, considerando que muitos dos materiais utilizados temos em casa, e, a partir da confecção do aparato estamos possibilitando a interação entre teoria e prática, propiciando ao aluno uma melhor compreensão do termo corpo negro.

8 ROTEIRO DIDÁTICO EXPERIMENTAL - ÓPTICA

GRANDE ÁREA DA FÍSICA

Ciências Exatas e da Terra

ÁREA DA FÍSICA

Óptica

SUBÁREA DA FÍSICA

Óptica Geométrica

EIXO TEMÁTICO

Espelhos esféricos

INTRODUÇÃO

Este experimento procura demonstrar a extrema importância dos espelhos esféricos. A partir desse tipo de espelho será possível compreender o significado de raios notáveis e exatamente onde eles incidem e, por sua vez permitir a classificação da imagem formada por esse tipo de espelho. Com estes conhecimentos é possível determinar o tipo de imagem formada e de qual espelho esférico a imagem deriva.

OBJETIVO GERAL

Ser capaz de demonstrar os conceitos referentes aos espelhos esféricos e classificar os tipos de imagens conjugadas por esses tipos de espelhos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Demonstrar o que são os raios notáveis;
- Observar exatamente onde se formará as imagens;
- Identificar o nome dos locais em que a imagem se formou;
- Classificar as imagens conjugadas pelos espelhos esféricos.

APRESENTAÇÃO

A luz e seu comportamento intrigam as pessoas desde muito tempo. Uma das teorias aceitas na Grécia Antiga por volta do século V a.C. descrevia a luz como constituída de pequenas partículas emitidas pelo olho em direção ao objeto visado, que se iluminava ao ser atingido por elas. Posteriormente, o filósofo grego Aristóteles (384 - 322 a. C.) propôs a natureza ondulatória da luz, pois a considerava uma espécie de fluido imaterial que chagava aos nossos olhos, vindo dos objetos visíveis, através de ondas.

Algumas perguntas do dia a dia nos deixam curiosos, como por exemplo, por que olhando de um ângulo vemos um alfinete no chão e de repente ele desaparece? Por que objetos reduzem de tamanho à medida que nos afastamos dele? Por que a superfície d'água consegue reproduzir a reflexão de um rosto? A partir de curiosidades assim, cientistas dos séculos XVI e XVII começaram desenvolver estudos sobre a luz e as imagens que vemos a partir da reflexão. Sabemos hoje que dependendo do fenômeno observado a luz pode ser considerada uma partícula ou uma onda. Logo a luz tem um comportamento dual, ou seja, onda-partícula.

A parte da Física que estuda os fenômenos relacionados à luz é chamada de óptica. São dois os tipos de ópticas, a Física e a Geométrica. A óptica física estuda os fenômenos ópticos que exigem uma teoria sobre a natureza das ondas eletromagnéticas e a óptica geométrica estuda os fenômenos ópticos em que apresentam interesse às trajetórias seguidas pela luz. Fundamenta-se na noção de raio de luz e nas leis que regulamentam seu comportamento. O estudo da óptica geométrica propiciou ao homem a invenção de uma infinidade de instrumentos ópticos tais como microscópios, lunetas, telescópios, projetores, entre outros. Além disso, permitiu que problemas de visão fossem corrigidos com o auxílio de lentes cada vez mais eficientes e cirurgias de alta precisão.

A reflexão da luz é um dos fenômenos mais comuns envolvendo a propagação da luz, ela ocorre quando a luz incide sobre a superfície de separação entre dois meios com propriedades distintas. Para melhor visualização da reflexão da luz utilizam-se espelhos, podendo ser planos ou esféricos. Sendo que os espelhos esféricos podem ser classificados em côncavos ou convexos, cada um com suas particularidades.

MATERIAIS UTILIZADOS

1. Laser óptico monocromático
2. Espelho côncavo
3. Espelho convexo
4. Transferidor.

Tabela 8.1 - Lista dos materiais utilizados na confecção do experimento.



Tabela 8.2 - Custo médio dos materiais

| Quantidade | Materiais | Preço unitário (R\$) | Preço total (R\$) | Total (R\$) |
|------------|-----------------|----------------------|-------------------|-------------|
| 1 | Laser óptico | 12,00 | 12,00 | |
| 1 | Espelho côncavo | 20,00 | 20,00 | 54,00 |
| 1 | Espelho convexo | 20,00 | 20,00 | |
| 1 | Transferidor | 2,00 | 2,00 | |

MONTAGEM DO EXPERIMENTO

Na figura 8.1 estão demonstrados os materiais utilizados na montagem do experimento sobre raios notáveis.

Figura 8.1 - Materiais utilizados na montagem do experimento.



Com os materiais em mãos vá a um local com pouca luminosidade pegue o transferidor e põe sobre uma superfície plana, após isso pegue o espelho e posicione sobre o transferidor de modo que seja possível ver as linhas que estão no transferidor. Essa preparação deve ser realizada com os dois tipos de espelhos esféricos, o côncavo e o convexo, conforme as figuras 8.2 e 8.3.

Figura 8.2 - Preparação do experimento com o espelho esférico côncavo.



Figura 8.3 - Preparação do experimento com o espelho esférico convexo.



Depois de tudo preparado, pegue o laser e incida a luz projetada pelo laser no espelho, note que esta ao atingir o espelho mudará de sentido, conforme o rumo que tomar este reflexo da luz do laser será possível observar os raios e classificá-lo. Nas figuras 8.4 e 8.5 estão

demonstrados os raios de luz incidente e refletidos pelos espelhos esféricos, côncavo e convexo respectivamente.

Figura 8.4 - Raio de luz incidindo e refletindo pelo espelho esférico côncavo.

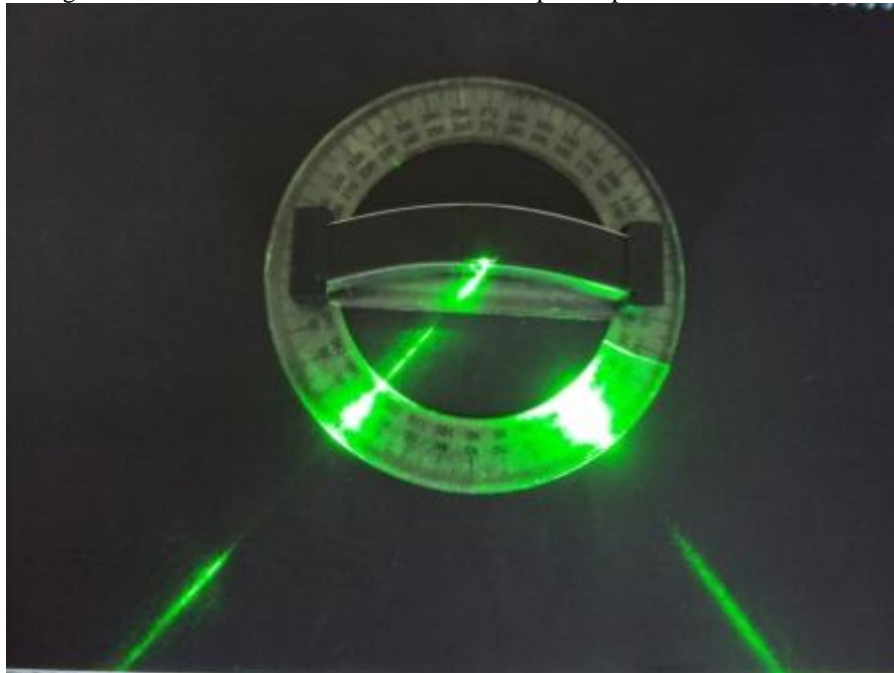
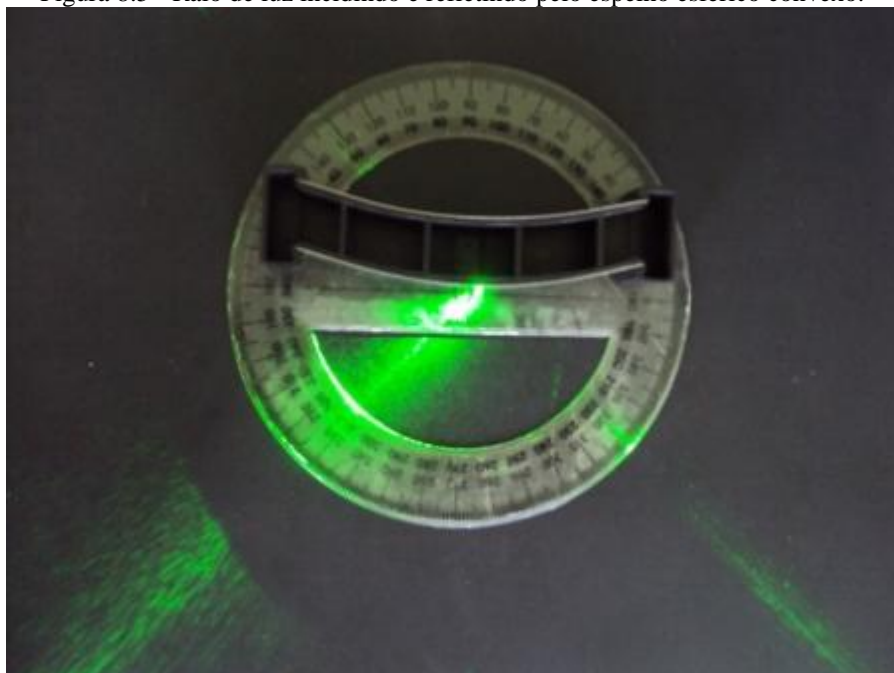


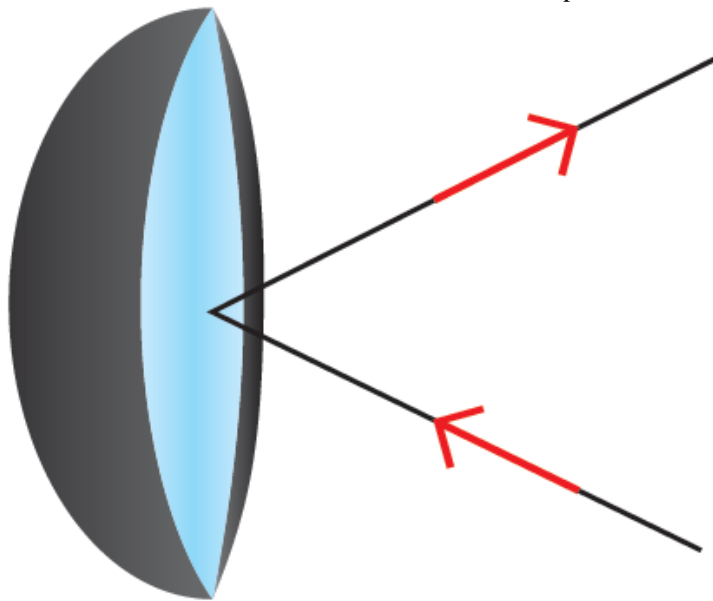
Figura 8.5 - Raio de luz incidindo e refletindo pelo espelho esférico convexo.



Através da nomenclatura observada na figura 8.6, se pode notar um raio de luz incidindo no vértice de um espelho esférico côncavo.

Analisando as propriedades dos raios notáveis é possível definir que todo raio de luz que incide no vértice de um espelho esférico, independentemente desse espelho esférico ser côncavo ou convexo, reflete também do vértice simetricamente ao eixo principal desse espelho.

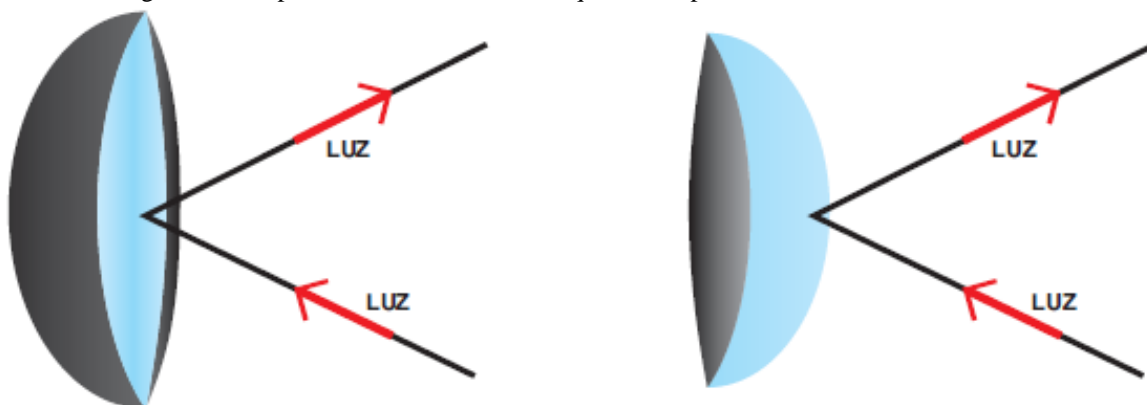
Figura 8.6 Raio de luz incidindo e refletindo do vértice do espelho esférico côncavo.



ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

Espelhos esféricos são definidos como calota esférica e assim a mesma calota podem se originar de uma mesma esfera. Se a face interna refletir a luz é considerado côncavo e, se a superfície externa for refletora, é considerado convexo. A figura 8.7 representa a nomenclatura para os dois tipos de espelhos esféricos.

Figura 8.7 - Espelho esférico côncavo à esquerda e espelho esférico convexo à direita.



Para compreender melhor o comportamento dos espelhos esféricos é importante reconhecer os principais elementos desses tipos de espelhos. Esses elementos são classificados da seguinte forma:

Vértice do espelho (V): é o ponto médio da superfície refletora.

Centro de curvatura (C): é o centro da esfera que deu origem ao espelho.

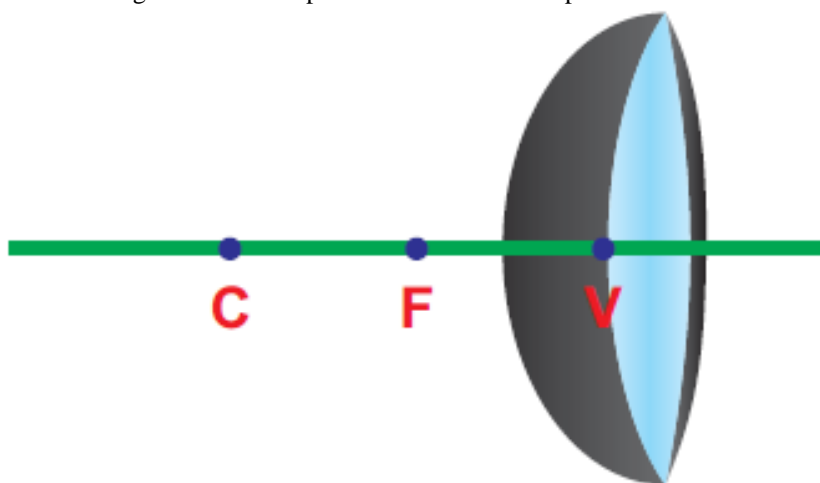
Raio de curvatura ou raio do espelho (R): distância do centro de curvatura ao vértice.

Foco (F): é o ponto que fica na metade entre o centro e o vértice.

Eixo focal: é a reta que liga o centro, o foco e o vértice do espelho.

Na figura 8.8 estão representados os principais elementos dos espelhos esféricos.

Figura 8.8 - Principais elementos de um espelho esférico.



Os esféricos costumam trazer imagens distorcidas e isso é chamado como aberração esférica, isso é reduzido quando são obedecidas as condições de Gauss que são:

- Os espelhos esféricos devem ter ângulos de abertura pequenos ($\alpha < 10^\circ$).
- Os raios de luz incidentes devem estar próximos do eixo principal e pouco inclinados em relação a ele.

Os espelhos esféricos que obedecem as condições de Gauss, quando você coloca um feixe de luz paralelo ao eixo principal, incidindo na face refletora.

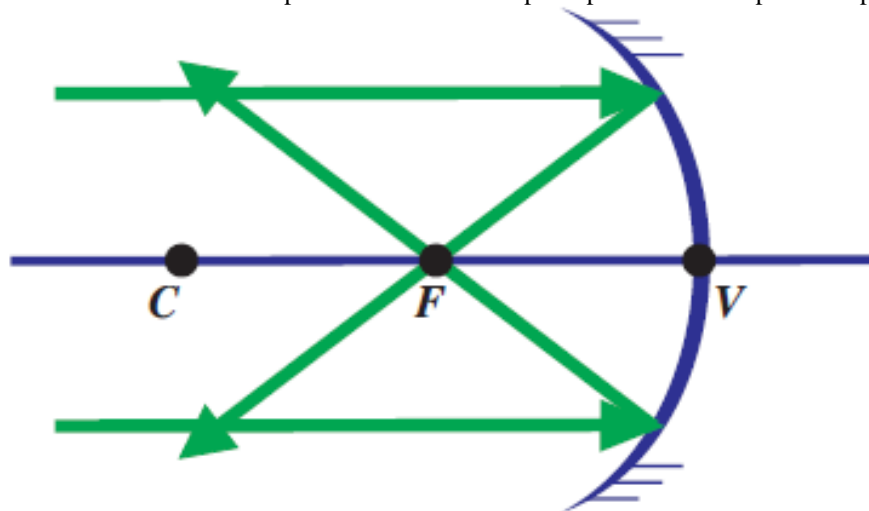
Os espelhos côncavos também chamados espelhos convergentes quando refletem os raios converte tudo para um mesmo ponto chamado F.

Espelhos convexos também chamados espelhos divergentes quando refletem os raios parecem divergir para um mesmo ponto F, chamado foco do espelho, situados na intersecção dos prolongamentos dos raios refletidos.

Raios notáveis são os locais em que as imagens conjugadas por espelhos esféricos se formam. Estes locais possuem nomenclaturas e todas essas nomenclaturas variam conforme a posição na qual a imagem está sendo formada. Atualmente existem quatro casos de raios notáveis para os espelhos esféricos.

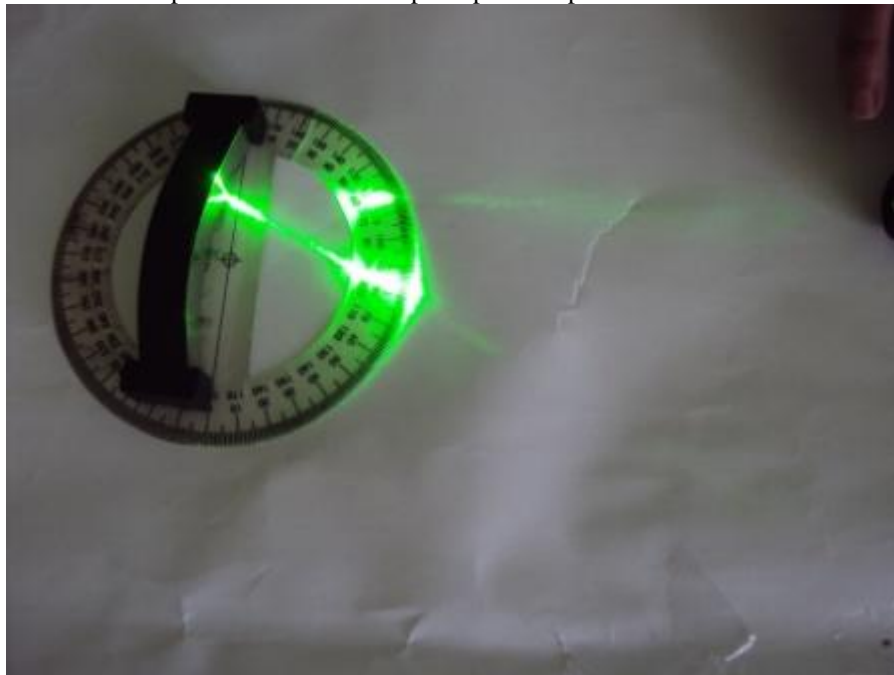
Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal é refletido passando pelo foco ver figura 8.9.

Figura 8.9 - Raio notável incidindo paralelamente ao eixo principal e refletido passando pelo foco.



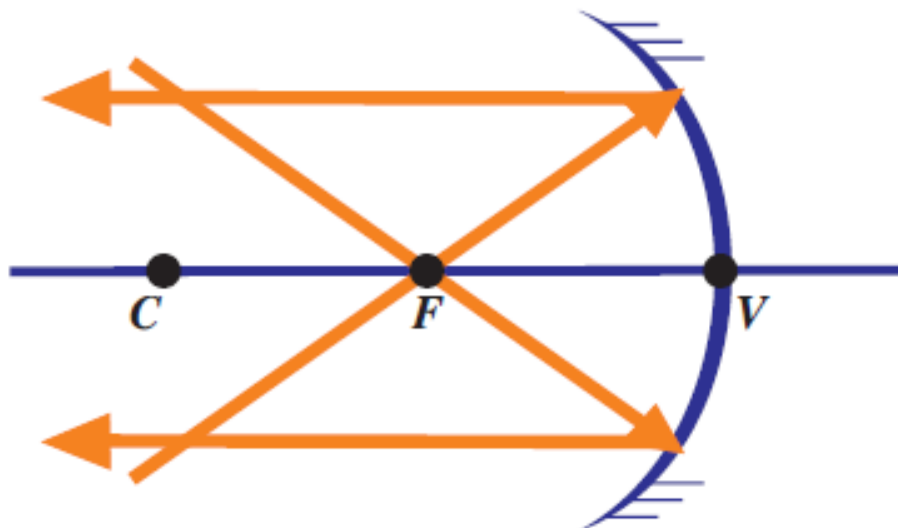
A figura 8.10 demonstra na prática um raio de luz que ao incidir passando pelo foco reflete-se paralelamente ao eixo principal do espelho esférico.

Figura 8.10 - Luz incidindo paralelamente ao eixo principal do espelho esférico côncavo e refletindo ao foco.



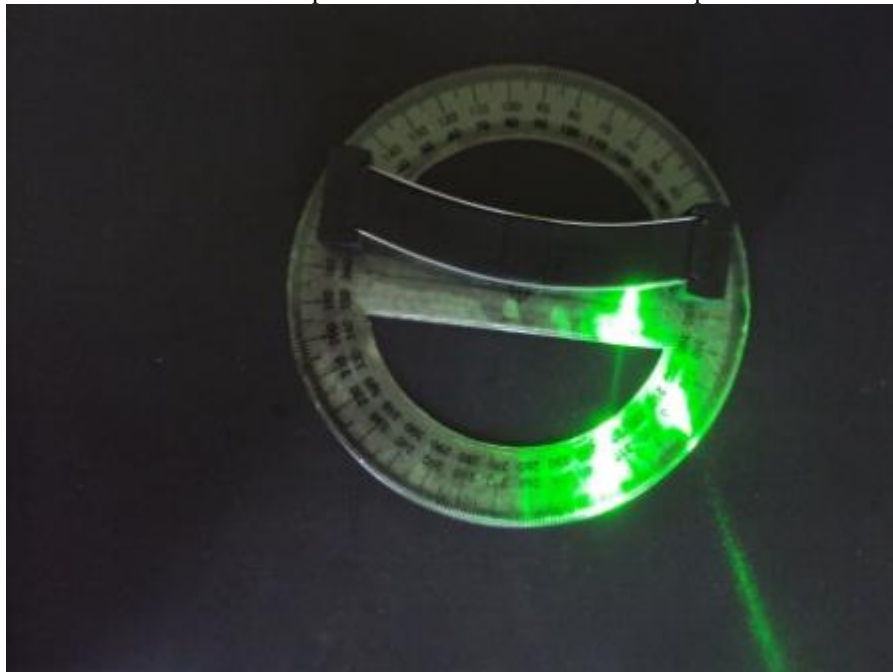
Todo raio que incide passando pelo foco é refletido paralelamente ao eixo principal de acordo com a figura 8.11.

Figura 8.11 - Raio notável incidindo ao foco do espelho esférico e refletindo paralelamente ao eixo principal.



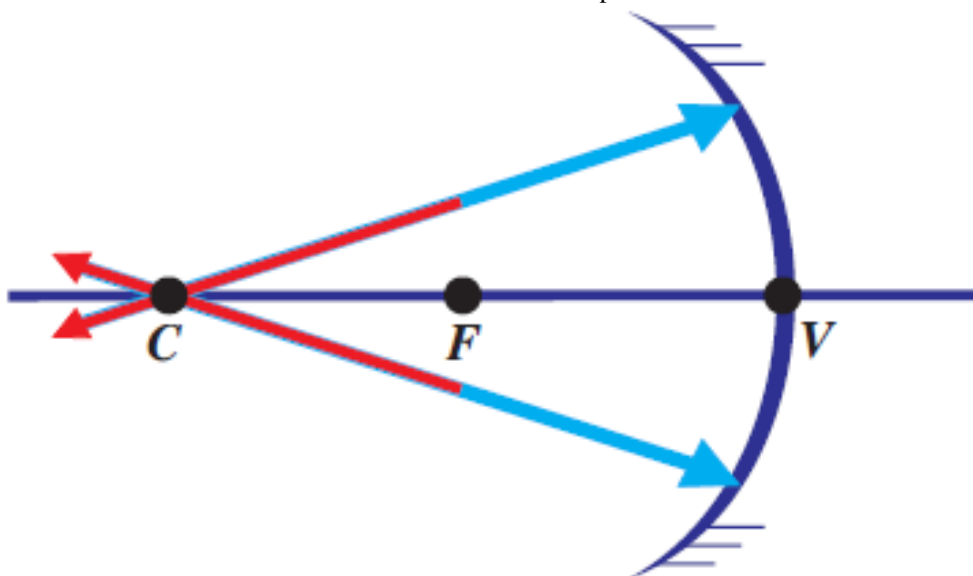
A figura 8.12 demonstra através do experimento que um raio de luz que ao incidir passando pelo foco reflete-se paralelamente ao eixo principal do espelho esférico.

Figura 8.12 - Luz incidindo no foco do espelho esférico convexo e refletindo paralelamente ao eixo principal.



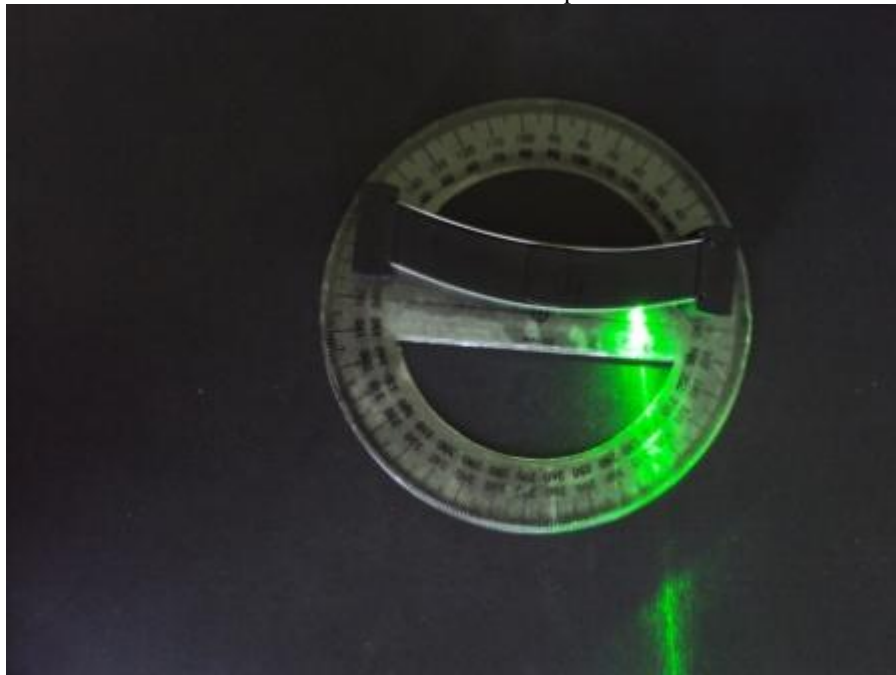
Todo raio de luz que incide sobre o centro de curvatura reflete-se sobre si mesmo conforme a figura 8.13.

Figura 8.13- Raio notável incidindo no centro de curvatura do espelho esférico e refletindo sobre si mesmo.



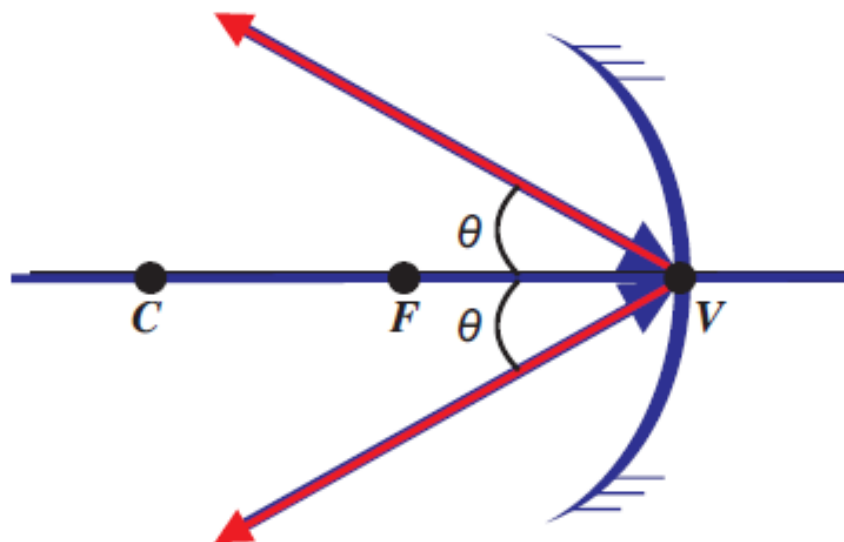
A figura 8.14 demonstra na prática que um raio de luz que ao incidir no centro de curvatura do espelho esférico reflete-se sobre si mesmo.

Figura 8.14 - Raio de luz incidindo no centro de curvatura do espelho esférico e refletindo sobre si mesmo.



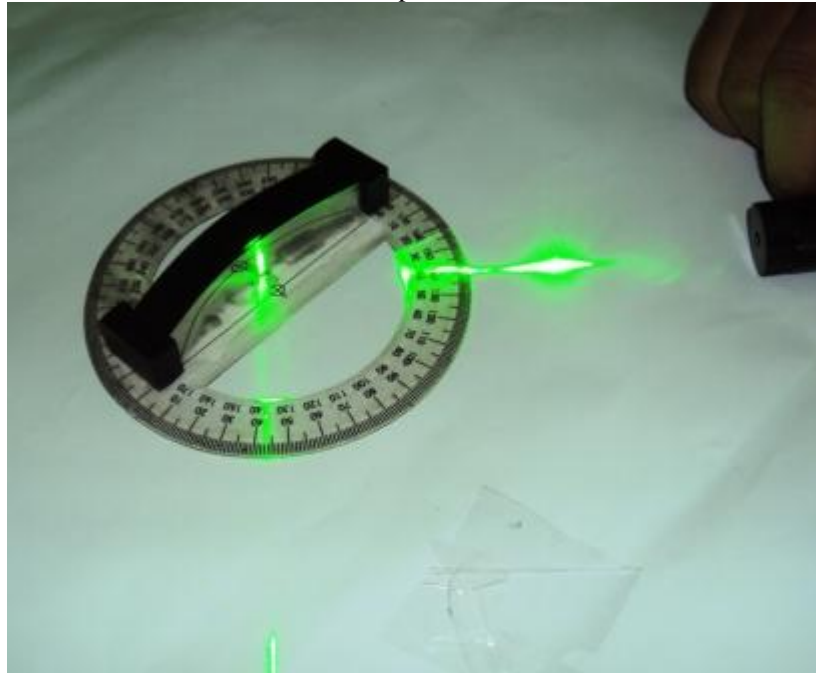
Todo raio que incide sobre o vértice é refletido simetricamente em relação ao eixo principal. Esse efeito é observado na figura 8.15.

Figura 8.15 - Raio notável incidindo no vértice do espelho esférico e refletindo também do vértice.



A figura 8.16 representa um raio de luz que ao incidir no vértice reflete-se também do vértice do espelho esférico observado por meio da demonstração prática.

Figura 8.16 - Raio de luz incidindo no vértice do espelho esférico e refletindo-se do vértice desse espelho.



ANÁLISE E EXPLICAÇÃO

Conforme a mudança de sentido do reflexo da luz do laser, também mudará a classificação do raio notável, ou seja, o raio notável é o local onde a luz incide e reflete, este efeito causado pela reflexão forma as imagens.

Os raios notáveis podem ser observados tanto para um espelho esférico côncavo como para um espelho esférico convexo.

Agora analisando o contexto das imagens, também é possível classificá-las, mas como em nosso experimento não usamos um objeto e sim uma fonte de luz não é possível identificar claramente o tipo de imagem formada.

Outro fato que se deve considerar é que sem um espelho esférico nosso campo de visão seria muito limitado.

Além disso, conhecendo os pontos de conjugação das imagens, é possível encontrar com mais facilidade em poder ver mais que os 180° da nossa visão, apenas fazendo uso de espelhos esféricos e conhecendo os raios notáveis.

PERGUNTAS

1. Conforme explicado no experimento, defina o que são raios notáveis.
2. A posição da fonte de luz, ou do objeto, influencia nos tipos de raios notáveis?
3. As imagens formadas por espelhos côncavos e convexos podem ser classificadas da mesma maneira?

Se você necessitar utilizar um espelho esférico como dispositivo para segurança em sua residência, qual tipo de espelho esférico utilizaria?

APLICAÇÕES NO COTIDIANO

Espelhos convexos são muito utilizados em lojas e prédios para a segurança, uma vez que amplia o campo de visão, o mesmo ajuda em saída de carro em prédios ou estacionamentos, assim facilitando a visualização.

Os espelhos côncavos são empregados em telescópios, lanternas, auxilia para se barbear ou maquiar, além disso, é uma ferramenta fundamenta na odontologia para que o profissional consiga observar os dentes mais profundos no interior da boca do paciente. Conclui-se então que espelhos côncavos são geralmente utilizados por concentrarem os raios luminosos ou mesmo por formarem imagens ampliadas.

CONCLUSÃO

Com o experimento realizado com o objetivo de detectar os raios notáveis observados a partir dos espelhos esféricos nota-se que é possível prever e analisar onde ocorrerá a formação de qualquer tipo de imagem, independentemente se o espelho esférico for côncavo ou convexo. Outro aspecto importante é que conhecendo a posição da imagem conjugada é possível classificá-la e afirmar com maior precisão onde a imagem se forma.

REFERENCIAIS

BRASIL (1996). Ministério da Educação e da Cultura. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional** (Lei nº 9394/96), Senado Federal, Brasília: 1996.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. [et. al]. **Ensino de Física - Coleção ideias em ação**. 1 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CARVALHO, Horácio Martins de. **Introdução à teoria do planejamento**. São Paulo: Brasiliense, 1976.

CÓRIA-SABINI, Maria Aparecida. **Psicologia aplicada à educação**. 1 ed. São Paulo: E.P.U, 1986.

GASPAR, Alberto. **Atividades experimentais no ensino de física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotsky**. 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

GIL, Antônio Carlos. **Didática do Ensino Superior**. 1 ed. São Paulo: Atlas 2013.

GOMES, Adriana Leite Limaverde; PEREIRA, Maria Goretti Lopes. **Psicologia da aprendizagem**. 1 ed. Fortaleza CE: Universidade estadual vale do Acarajú - UVA, 1999.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**, volume 1: Mecânica. 9 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

_____. **Fundamentos de física**, volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 9 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 11 ed. Porto Alegre: Bokman, 2011.

História dos foguetes. Disponível em:

<<http://www.astropontes.org.br/wp/projetos/olimpiada-astropontes/campeonato-de-foguetes-a-agua/historia-dos-foguetes/>> Acesso em: 16 set. 2015.

LAKOMY, Ana Maria. **Teorias Cognitivas de Aprendizagem**. 2 ed. rev. e atual. Curitiba: Ibepe, 2008.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. 22 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física**, volume 1. 1 ed. São Paulo: Scipione, 2011.

_____. **Curso de Física**, volume 2. 1 ed. São Paulo: Scipione, 2011.

Ministério da Educação. **Catálogo Nacional de Cursos Técnicos**. Disponível em <http://catalogonct.mec.gov.br/et_informacao_comunicacao/t_informatica.php#>. Acesso em 06/11/2015.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: as abordagens do processo.** 1 ed. São Paulo: E. P. U. 2011.

MOREIRA, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2006.

Nona Mostra Brasileira de Foguetes. Disponível em:

http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/REGULAMENTO%20DA%20MOBFOG%20de%202015.pdf. Acesso em: 16 set. 2015.

NOGUEIRA, Salvador. **Astronáutica: ensino fundamental e médio.** 1 ed. Brasília: MEC, SEB, MCT, AEB, 2009.

PERRENOUD, Philippe. **Dez novas competências para ensinar;** trad. Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

PERUZZO, Jucimar. **A Física através dos experimentos.** 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2010. volume 1.

_____. **A Física através dos experimentos.** 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2010. volume 2.

_____. **Experimentos de física básica: Mecânica.** 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2012. volume 1.

_____. **Experimentos de física básica: Termodinâmica, Ondulatória & Óptica.** 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2012. volume 2.

PIETRICOLA, Maurício. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora.** 2 ed. rev. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005.

Projeto Pedagógico do Curso Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio.

Reformulação aprovada por meio da Resolução 7/Consup/IFRO, de 20 jan. 2010. Nova reformulação aprovada pela Resolução 19/Consup/IFRO, de 2 mar. 2012.

ROONEY, Anne. **A História da Física: Da filosofia ao enigma da matéria negra.** 1 ed. São Paulo: 2013. M Brooks do Brasil Editora Ltda.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. **Universo da Física 2: Hidrostática, Termologia, Óptica.** 3 ed. São Paulo: Atual, 2008.

SANT'ANNA, Blaidi; [et.al.]. **Coleção: Conexões com a Física.** volume 1. 2 ed. São Paulo: Moderna, 2013.

_____. **Coleção: Conexões com a Física.** volume 2. 2 ed. São Paulo: Moderna, 2013.

SANTOS, Luciane Mulazani dos. **Tópicos de história da Física e da Matemática.** 1 ed. Curitiba: Ibplex, 2008.

SILVA, Otton Henrique Martins da. **O Professor Pesquisador no Ensino de Física**. 1ed. Curitiba: Ibpx, 2008.

Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **(Re) Significação do Ensino Agrícola da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica**. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/ensinoagricola_docfinal.pdf> Acesso em 06/11/2015.

SERWAY, Raymond A.; JEWETT, John W. Jr. **Princípios de Física**, volume 1: Mecânica Clássica. 3 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

Transferidor de papel. Disponível em:

<http://www.marceneirosebricoleiros.com.br/viewtopic.php?t=4301&p=89354>. Acesso em: 16 set. 2014.

VILLATORRE, Aparecida Magalhães; HIGA, Ivanilde; TYCHANOWICZ, Silmara Denise. **Didática e avaliação em Física**. 1ed. Curitiba: Ibpx, 2008.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. **Física para o Ensino Médio**. 2 ed. São Paulo: Saraiva. 2013. volume 1.

_____. **Física para o Ensino Médio**. 2 ed. São Paulo: Saraiva. 2013. volume 2.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física II**. Termodinâmica e Ondas. 12 ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008.

ZABALA, Antoni. **A Prática educativa: como ensinar**. Trad. Ernani Rosa. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998.