



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FÍSICA - LICENCIATURA**

RITIELE RAMOS DE CASTRO

**REPENSANDO O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO:
A CONSTRUÇÃO DE FOGUETES COMO ALIADA A CONSTRUÇÃO DE
CONHECIMENTOS**

**CERRO LARGO
2019**

RITIELE RAMOS DE CASTRO

**REPENSANDO O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO:
A CONSTRUÇÃO DE FOGUETES COMO ALIADA A CONSTRUÇÃO DE
CONHECIMENTOS**

Trabalho de conclusão do curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do
grau de Licenciada em Física da Universidade
Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Dr. Ney M. Barraz Jr.

**CERRO LARGO
2019**

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Castro, Ritiele Ramos de
REPENSANDO O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: A
CONSTRUÇÃO DE FOGUETES COMO ALIADA A CONSTRUÇÃO DE
CONHECIMENTOS / Ritiele Ramos de Castro. -- 2019.
24 f.

Orientador: Doutor Ney M. Barraz Jr.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Física-Licenciatura, Cerro Largo, RS , 2019.

1. Ensino médio. 2. Foguete. I. Jr, Ney M. Barraz,
orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III.
Título.

RITIELE RAMOS DE CASTRO

REPENSANDO O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: A CONSTRUÇÃO DE
FOGUETES COMO ALIADA A CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de
grau de Licenciada em Física da Universidade
Federal da Fronteira Sul.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

05/12/2019

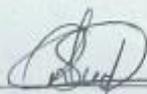
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Ney Marçal Barraz Júnior



Prof. Andréia Kornowski Barraz



Prof. Rafael Schmatz Tolffo

RESUMO

No presente trabalho é discutido a aplicação de um experimento, o foguete de garrafa PET, como instrumento facilitador da aprendizagem dos conceitos físicos no Ensino Médio. Ao longo do texto é feito um comparativo entre o ensino como acontece na prática, cheio de memorização e fórmulas, e o que se espera, com atividades de investigação nas quais os alunos sejam instigados a produzirem e relacionarem o que é trabalhado em sala de aula com a realidade por meio da experimentação. Tem-se por objetivo a descrição de uma possibilidade de trabalhar a Física no Ensino Médio de forma mais agradável aos estudantes, facilitando e tornando a aprendizagem mais significativa para eles, bem como aliando a teoria com a prática. É abordado a montagem do foguete, a descrição dos conceitos físicos que podem ser trabalhados a partir do foguete, bem como a sua aplicação em turmas de nível médio. Salientando o papel do professor no planejamento e orientação da atividade desenvolvida em sala de aula bem como a postura da escola que deve buscar a qualidade e não a quantidade em relação ao que se ensina.

Palavras-chave: Foguete, Ensino, Física, Experimento.

ABSTRACT

The present work discusses the application of an experiment, the PET bottle rocket, as instrument that facilitates the learning of physical concepts in high school. Throughout the text a comparison is made between teaching as it happens in practice, full of memorization and equations, and what is expected, with research activities in which students are urged to produce and relate what is worked in the classroom. with reality through experimentation. The objective is to describe the possibility of working physics in high school more pleasantly for students, facilitating and making learning more meaningful to students as well as combining theory with practice. It deals with the assembly of the rocket, the description of the physical concepts that can be worked from the rocket, as well as its application in medium level classes. Emphasizing the role of the teacher in planning and guiding the activity developed in the classroom as well as the attitude of the school that should seek quality rather than quantity in relation to what is taught.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 FOGUETE	10
3 CONCEITOS FÍSICOS E APLICAÇÃO NO FOGUETE	12
3.1 CINEMÁTICA	12
3.2 Leis de Newton	14
3.2.1 Primeira Lei de Newton	14
3.2.2 Segunda Lei de Newton	15
3.2.3 Terceira Lei de Newton	17
3.3 HIDROSTÁTICA	17
3.3.1 Pressão	18
3.3.2 Princípio de Pascal	18
3.4 TERMODINÂMICA	18
3.4.1 Temperatura	19
3.4.2 Calor específico	20
3.4.3 Segunda Lei da Termodinâmica	20
3.4.4 Compressão isentrópica	21
3.4.5 Aplicando os conceitos da Termodinâmica no Foguete	21
4 CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

O que é ensinado nas salas de aula? Qual é forma de repassar aos estudantes? As respostas destas perguntas são motivos de discussão frequente, entre professores e pesquisadores da área da educação. Faz-se necessário repensar a prática pedagógica buscando tornar o conhecimento significativo aos estudantes, principalmente no Brasil, onde os índices da educação básica se encontram estagnados há anos.

Para melhorar a qualidade da educação, foi pensada e elaborada uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que será utilizada em todo território brasileiro, servindo como norte e elencando o mínimo de conceitos que devem ser trabalhados, promovendo assim a formalização dos conteúdos e também de avaliações.

Porém, os estudantes, do atual século, possuem a informação e recursos para acessá-la de forma rápida e fácil, bem como trazem para a sala de aula uma bagagem repleta de conhecimentos do senso comum. Fato este, que acaba exigindo dos professores um preparo maior para que suas aulas tornem-se atrativas e que auxiliem os alunos na construção do conhecimento.

Sendo assim, o ensino de física precisa de adaptações, pois, em sua grande maioria é baseado na teoria, resolução de exercícios e avaliações. Portanto, descontextualizado com que se espera para a educação. As aulas de Física, principalmente no Ensino Médio, não podem acontecer de forma fragmentada, é essencial aliar teoria e prática em função de situações e fenômenos que façam parte da realidade do educando.

O ensino tradicional da Física segundo Heineck, Valiati e Rosa [1] não é mais eficiente, desta forma, não existem mecanismos para melhorar a aprendizagem dos estudantes. As aulas tradicionais de Física utilizando giz, quadro negro e resolvendo problemas em formatos de exercícios vem sendo utilizados a muitos anos, onde os professores acabam utilizando o mesmo método que aprenderam na sua formação [2]. Magalhães e Geller [3] afirmam que os métodos tradicionais aplicados no ensino, ou seja, a prática do professor ao executar as tarefas monótonas e repetidas acabam adicionando barreiras na aprendizagem dos estudantes.

No entanto, a tecnologia no ensino vem chegando timidamente, com a utilização de alguns softwares específicos para apresentação/formatação dos

conteúdos. Desta forma, o modelo utilizado pelo professor em sala de aula, o qual é focado na fala do professor, nos textos escritos e figuras apresentadas ainda são mantidos [8]. Para a existência da evolução no ensino, os professores não podem continuar praticando os mesmos métodos empregados nas salas de aulas durante anos, evitando novos recursos metodológicos para ser aplicados em suas aulas [9]. A utilização das tecnologias como computadores e suas ferramentas atreladas a ele, não é uma evolução no ensino, pois estão sendo utilizados com os métodos tradicionais de tarefas de decorar os conteúdos para a reprodução em provas, desta forma desperdiçando o real potencial existente na tecnologia existente na atualidade [10].

Segundo Brenzam e Andradea [7] dizem que uma das tendências para a evolução do ensino é o ensino investigativo, utilizando abordagens de pesquisa e metodologia de ensino que situa o estudante no centro do processo de ensino e aprendizagem. O ensino por investigação fundamenta-se em atividades didáticas que auxiliam os estudantes no desenvolvimento das habilidades de cultura científica e proporciona um espaço para a construção do conteúdo conceitual [8]. A caracterização do ensino por investigação como uma abordagem didática tem como objetivo fazer com que os estudantes se envolvam em discussões, questionem fenômenos naturais, resolvam problemas, desenvolvam práticas e exercícios de comparação, análise e avaliação. Essa caracterização do ensino investigativo faz o estudante refletir, questionar, discutir e relatar. Desta forma eles acrescentam em seus trabalhos características de uma investigação científica.

Ao realizar o processo de investigação do conhecimento, quebramos a linha tradicional de ensino e passamos a ajudar a construir a aprendizagem do estudante, desta forma o ciclo ensino-aprendizagem se faz mais completo. Pois, a educação não somente se faz com a transmissão de conhecimento ao estudante, mas se faz com a construção de conhecimento do estudante [9,10].

A evolução do ensino está mais relacionado ao professor e as ferramentas tecnológicas utilizada por ele. Com o avanço da tecnologia da informação e o acesso a ela, o professor deixou de ser o único detentor do saber. Agora o professor tem uma nova função, saber gerenciar a aprendizagem e o saber coletivo.

Com este trabalho objetiva-se descrever uma possibilidade de trabalhar a física no ensino médio de forma mais agradável aos estudantes, usando a

experimentação através de materiais simples, facilitando e tornando a aprendizagem mais significativa aos estudantes bem como aliando a teoria com a prática.

Ao longo deste trabalho será apresentada uma atividade prática, com materiais acessíveis e alguns reutilizáveis que pode facilitar a aprendizagem de alguns conceitos físicos estudados ao longo do ensino médio, discutiremos a construção do foguete a propulsão de água e pressão de ar, abordando sua montagem, descrição dos conceitos físicos que podem ser trabalhados a partir do foguete, bem como a sua aplicabilidade em turmas do nível médio.

2 FOGUETE

Um foguete real é um objeto que é lançado no espaço graças à combustão de gases que são expelidos para fora deste e o seu deslocamento será em sentido contrário. No nosso caso o foguete nada mais é do que um projétil, construído através de materiais simples encontrados no dia a dia dos alunos, que será lançado. Assim seu deslocamento ocorrerá quando ele expelir o líquido (água) para fora com velocidade suficiente para tal.

2.1 INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA A CONSTRUÇÃO DE FOGUETES

O nosso foco não é descrever como se constrói um foguete a propulsão de água, mas vamos dar uma ideia das informações básicas para a sua construção. Para a produção do foguete é necessário duas garrafas PET onde uma delas deve ser cortada ao meio e fixada no fundo da outra garrafa, a qual está inteira, servindo como bico responsável por reduzir o atrito com o ar. A outra garrafa não sofre alterações, ela servirá como um tanque onde será colocado água e ar comprimido. A estabilidade do foguete é garantida pela produção de aletas, feitas com papelão, que são fixadas as laterais do foguete.

Na confecção da base é necessário canos de PVC, válvula de pneu, abraçadeira de nylon, cortiça e também uma bomba ou compressor de ar. A base de propulsão é responsável por garantir o controle sobre o lançamento do foguete. É nela que fica o gatilho, este é o que permite lançar o foguete no momento desejado, conforme mostrado na Fig. 1.

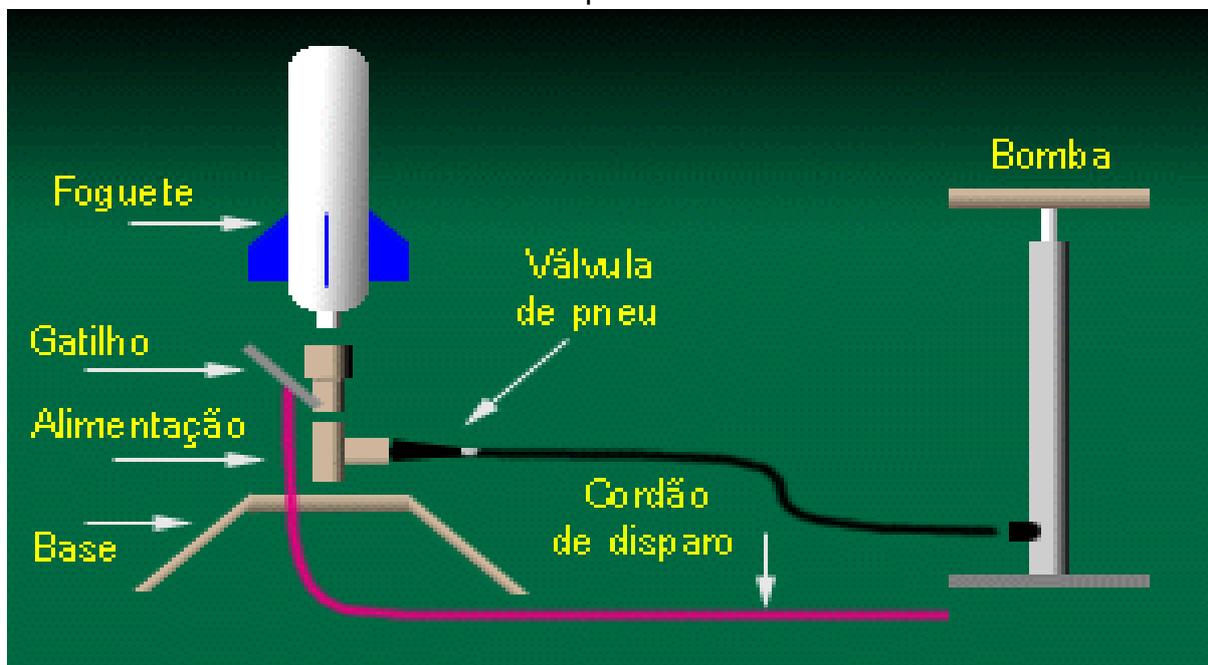
Figura 1: Modelo da base e foguete de garrafa PET.



Fonte: (http://1.bp.blogspot.com/-TJScUGWGXI/UauGpgBc9dI/AAAAAAAAABk/yN7-bk_YCxU/s1600/20130602_111908.jpg)

Após montado o foguete e a base se introduz um terço de água no interior da garrafa para que posteriormente seja fixada a base, então com a bomba se acrescenta ar até a quantidade desejada. Só então se libera o gatilho, possibilitando o deslocamento do foguete. Na Fig. 2, podemos encontrar o esquema de montagem e acionamento foguete.

Figura 2: Esquema para lançamento de foguetes a propulsão de água e ar comprimido.



Fonte: (<https://www.cacep.com.br/wp-content/uploads/2016/11/42-foguetes-a-agua-aspecto-geral.gif>)

3 CONCEITOS FÍSICOS E APLICAÇÃO NO FOGUETE

Nesta seção vamos abordar os conteúdos físicos relacionados com os foguetes a propulsão de água e relacionar diretamente com o experimento.

3.1 CINEMÁTICA

A Cinemática estuda o movimento dos objetos sem se preocupar com as causas dos movimentos, apenas com o próprio movimento. Ela envolve alguns conceitos extremamente importantes para compreender o movimento do foguete.

Quando um foguete sai do seu ponto inicial e percorre até o seu ponto final, ao considerar a trajetória total do movimento chamamos de distância ou distância percorrida. Ao observar a Fig. 3, a distância percorrida pelo foguete é representada pela parábola, curva preta do gráfico. Se considerarmos metro a unidade de medida dos eixos x e y, o foguete deve percorrer aproximadamente 8 m. Esta distância a soma da distância da subida, mais a distância da descida e mais a distância horizontal percorrida. Ao considerar a menor distância entre os pontos do início do movimento até o seu final é chamado de deslocamento. Novamente, ao verificar na Fig. 3, o deslocamento horizontal que o foguete percorreu é somente 3 m. O deslocamento pode ser encontrado através da posição final do foguete menos a posição inicial dele, ou seja,

$$\Delta r = r - r_o.$$

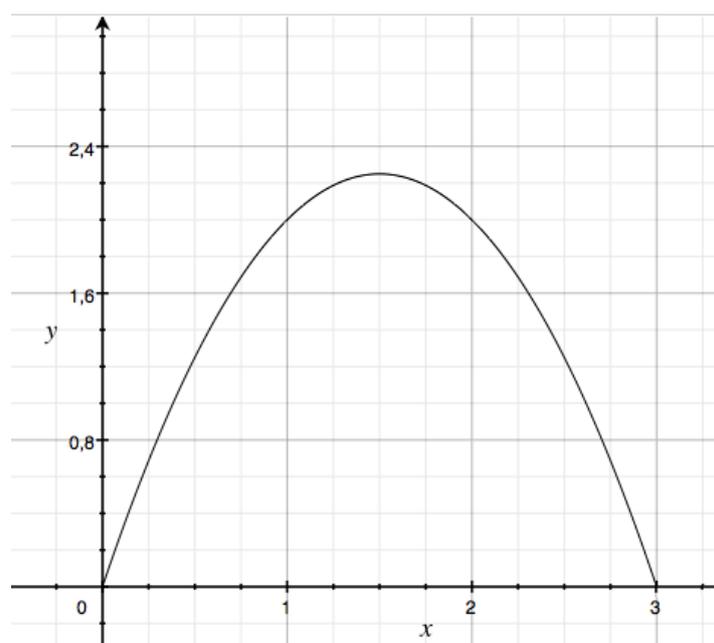


Figura 3: Trajetória de um lançamento de foguete.

A grandeza física que consegue modificar a posição do foguete é chamada de velocidade. Ela é responsável em mudar a posição do foguete em um determinado tempo, se analisarmos a razão do deslocamento do foguete e o tempo total para realizar esse processo, chamamos de velocidade média, ou seja,

$$v_m = \frac{\Delta r}{\Delta t}.$$

Ao considerarmos uma pequena variação de tempo, ou seja, um tempo praticamente nulo (o qual chamamos de tender a zero) a velocidade que encontramos é chamada de velocidade instantânea. A velocidade instantânea é muito conhecida nos velocímetros dos carros.

A grandeza física que consegue modificar a velocidade do foguete é chamada de aceleração, quando a aceleração aumenta a velocidade dizemos que o sistema está acelerado. Quando a aceleração diminui a velocidade inicial do foguete, dizemos que o sistema está retardado. Se o sistema leva um intervalo de tempo para acelerar, chamamos de aceleração média, ou seja,

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}.$$

Se o intervalo de tempo tender a zero, ou seja, for muito pequeno a velocidade média se torna aceleração instantânea representada pela letra a .

A teoria de cinemática já foi apresentada, a partir deste ponto apenas aplicamos a cinemática. Por exemplo, se o tempo inicial é nulo e aceleração média for igual a aceleração instantânea, podemos obter a seguinte expressão:

$$v = v_o + at.$$

Aplicando novamente, tempo inicial nulo, na equação da velocidade média e afirmando que a velocidade média é a mesma que a velocidade instantânea, obtemos a seguinte expressão:

$$r = r_o + vt.$$

Ao substituir a equação acima na equação da velocidade, obtemos:

$$r = r_o + v_o t + \frac{1}{2} at^2.$$

E se substituirmos apenas o tempo de uma equação na outra, obtemos a equação de Torricelli, a qual é:

$$v^2 = v_o^2 + 2a\Delta r.$$

3.2 Leis de Newton

Isaac Newton, em 1687 publicou o livro *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, onde ele descreveu as leis básicas da Mecânica, hoje essas leis são bastante famosas pelo nome **Leis de Newton**. Elas descrevem os movimentos e relaciona o movimento e a força.

Para compreendermos as Leis de Newton, precisamos compreender o conceito. Força é uma ação física (a palavra física, não está relacionada com as teorias da Física, ela descreve materiais que é possível de tocarmos) a qual causa alterações ou deformações em um determinado corpo. Quando no corpo se aplica mais de uma força, devemos considerar o somatório das forças,

$$\sum_{i=1}^n \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n$$

O somatório das forças pode ser chamado de força resultante, como se utilizasse apenas uma força atuando no corpo e não um conjunto de forças.

3.2.1 Primeira Lei de Newton

Esta lei descreve duas situações: i) corpos em repouso; e ii) corpos em movimentos.

Primeiro caso: Para qualquer corpo em repouso a um referencial, ele para entrar em movimento necessita uma força externa ao sistema para movê-lo. Caso contrário ele permanecerá em repouso [14].

Segundo caso: Para qualquer corpo que esteja em movimento retilíneo e uniforme, ou seja, que não exista aceleração atuando nele. Neste caso, o corpo continuará em movimento até que apareça uma força externa ao corpo que faça variar a sua velocidade [14].

Essas situações também são conhecidas como Lei da Inércia. Podemos dizer que a inércia é a dificuldade de um corpo em entrar em movimento ou a dificuldade de um corpo modificar o seu movimento.

Aplicando a Primeira Lei de Newton

Consideramos que adicionamos amarramos um balão cheio de areia ao foguete. Imagine que esse balão tem uma massa de 0,1 kg, a força necessária para fazer o foguete sair do lugar é pequena. Se aumentarmos a massa do balão para 10 kg, a força para fazer o lançamento do foguete teria que ser muito grande. Desta forma, podemos afirmar que existe uma enorme dificuldade em lançar o foguete com um massa de 10 kg, em outras palavras, existe uma inércia muito grande para lançar o foguete com essa massa. Já no caso da massa de 100 g, o lançamento do foguete seria bem mais fácil, ou seja, a sua inércia é pequena. Então, podemos perceber quando existe uma inércia grande, a dificuldade em colocar o foguete em movimento é maior quando comparada com uma inércia pequena.

Agora, imaginamos que o foguete já está em movimento, com a massa de 0,1 kg. A dificuldade do foguete em parar vai ser pequena, dependendo da aerodinâmica do foguete, a simples resistência do ar pode parar o foguete em poucos metros do lançamento. Ou seja, a inércia do foguete é muito pequena quando o mesmo tem uma massa pequena, logo a tendência dele continuar em movimento é pequena. Logo, se colocarmos uma massa de 10 kg no foguete a dificuldade do foguete vai ser muito maior do que a massa anterior. Ou seja, a inércia do foguete em movimento é maior quando o foguete tem uma quantidade de massa elevada.

3.2.2 Segunda Lei de Newton

Essa lei complementa a Lei da Inércia, pois ela relaciona como a força vai alterar a aceleração do corpo, não importando se ele está em repouso ou em movimento. Desta forma, esse conceito origina o princípio fundamental da dinâmica. Da mesma forma que vimos os conceitos de velocidade e aceleração na Teoria da Cinemática, podemos ver a força como uma grandeza física que faz modificar a aceleração de qualquer corpo.

Para analisar a força "final" que atua em cima do corpo deve ser considerado o somatório das forças, a qual é equivalente a força resultante. Então, o somatório das forças está relacionado diretamente com a aceleração e é proporcional a massa do corpo [14], ou seja,

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}.$$

Aplicando a Segunda Lei de Newton

Uma das aplicações triviais desta lei em qualquer corpo que possui massa é calcular o seu peso. Imaginamos que a massa do foguete é de 2 kg, ao multiplicarmos pela aceleração gravitacional (vamos considerar aproximadamente 10 m/s^2) obtemos:

$$(2 \text{ kg})(10 \text{ ms}^{-2}) = 20 \text{ kg m s}^{-2}.$$

A unidade kg m s^{-2} pode ser definida como uma nova unidade, chamada de Newton (N). Logo o peso do foguete é de 20 N e a sua massa de 2 kg. Note que as grandezas apesar de serem proporcionais, elas demonstram grandezas diferentes. A massa é uma medida intrínseca do foguete e a sua força peso é grandeza que depende da ação da gravidade. É importante lembrar, que cada planeta ou grandes corpos celestes tem a sua própria gravidade, a qual será relacionada com o seu diâmetro e sua massa.

A segunda aplicação da segunda Lei de Newton ao foguete é a aplicação da força que se deve aplicar no foguete para ser lançado. Ou seja, quanto de força é necessário para acelerar o foguete a uma velocidade final do seu lançamento? Considere lançamento do foguete somente a parte que é utilizada o seu combustível (neste caso seria a água com ar comprimido) para coloca-lo em movimento. Suponhamos que o tempo de aceleração do foguete é de 1 s e sua velocidade final depois da utilização total do seu combustível é de 12 m/s. Então, utilizando a equação da velocidade, visto na teoria de Cinemática, temos:

$$v = v_0 + at$$

$$12 = 0 + a 1$$

$$a = 12 \text{ m/s}^2.$$

Onde a velocidade inicial do foguete é totalmente nula. Logo o foguete terá uma aceleração de 12 m/s^2 . Para calcularmos a força aplicada no foguete, multiplicamos pela massa dele, ou seja,

$$F = m a$$

$$F = (2 \text{ kg}) (12 \text{ m/s}^2)$$

$$F = 24 \text{ N}.$$

Desta maneira encontramos a força aplicada no foguete para ele conseguir decolar.

3.2.3 Terceira Lei de Newton

As duas primeiras leis de Newton descreve como as forças atuam em cima de apenas um corpo. A terceira lei faz a interação entre um, dois ou mais corpos. Para toda força atuante em um corpo, ela faz uma ação neste corpo. Como resposta a ação, o corpo reage com uma força na mesma direção, com a mesma intensidade, no entanto, com sentido oposto. Essa força de resposta é chamada de reação da força que fez ação. Por esse motivo, essa lei é conhecida como a Lei da Ação-Reação [14].

Aplicação das Leis de Newton no foguete

Podemos aplicar as Leis de Newton no foguete com propulsão a água. No momento que é aberta a trava de segurança do foguete para o lançamento, a água é expelida para fora da garrafa PET. Neste instante a massa de água é liberada do foguete, uma força é realizada para expelir a água de dentro do foguete para fora. Desta forma, realizando uma força de ação ao sistema. A força de reação é realizada na garrafa PET e por consequência ela é impulsionada para frente.

Como podemos notar a liberação da água do foguete e o movimento do mesmo para frente, a terceira Lei de Newton descreve o movimento do sistema. Quando a massa está sendo liberada, a força de reação aplicada na garrafa faz com que o foguete modifique a sua velocidade inicial, ou seja, a força de reação faz a garrafa acelerar. No momento que toda a água é expelida o foguete continua em movimento, ou seja, a Lei da Inércia atua no sistema. A partir deste instante, após a água ser toda eliminada, o foguete passa sofrer força da gravidade (peso) e a força da resistência do ar ou ventos.

3.3 HIDROSTÁTICA

Ao longo dos séculos, os conceitos de hidrostática vem sendo formados, ela estuda a parte estática (parada) do fluido. Onde "hidro" está relacionada com fluido e "stática" está relacionada com o repouso.

Para estudar os conceitos básicos da hidrostática, precisamos definir o que é fluido. Fluido é alguma substância que pode fluir ou escoar com a ação da gravidade [14]. No entanto, a água escoa com a gravidade e ela pode ser classificada com fluido. É importante salientar, que a palavra, fluido descreve um conceito maior, ou seja, líquido se encaixa como fluido. No entanto, os líquidos tem um arranjo molecular característico. Já o fluido não existe um arranjo molecular específico, ele aceita qualquer arranjo molecular, sendo a única condição dele é que escoa com a ação da gravidade.

3.3.1 Pressão

Ao considerar uma força (F) atuando em uma determinada área (A), podemos definir essa razão como pressão, ou seja,

$$\frac{F}{A} \equiv P.$$

Logo, a pressão é diretamente proporcional à força atuante na área A , maior for a força maior será a pressão. Também a pressão é inversamente proporcional a área onde a força atua, ou seja, maior for a área menor será a pressão.

A unidade utilizada para pressão é Pascal (Pa), ela é a razão das unidades de Newton por metro ao quadrado.

3.3.2 Princípio de Pascal

Este princípio relaciona o aumento de pressão exercida no fluido em equilíbrio com a transmissão de pressão a todos os pontos do fluido e também com as paredes do recipiente em que ele está contido.

3.4 TERMODINÂMICA

Ao estudar sistemas com muitas partículas se gasta muito tempo, talvez anos, para calcular toda a dinâmica do sistema. Por exemplo, considere uma caixa com um milhão de partículas, precisamos encontrar a pressão exercida nas paredes da caixa. Para realizar esse cálculo devemos conhecer a velocidade, a aceleração e

a posição de cada partícula para calcularmos a força. Conhecida cada força exercida, se encontra a força resultante e calcula a razão pela área, assim encontramos a pressão exercida nas paredes da caixa. Vamos considerar que levamos um minuto para realizar cada cálculo da força, logo a levaríamos 1 ano, 10 meses, 29 dias, 13 horas e 20 minutos.

Na nossa atualidade, poderíamos utilizar as máquinas (computadores) superpoderosos para realizar esses cálculos, talvez fosse necessário dois dias. No entanto, em torno de 1650, não existia computadores para realizar esses cálculos, logo houve a necessidade de criar uma teoria que descrevesse a dinâmica (o movimento e a força) do sistema.

A Termodinâmica é uma teoria para estudar sistemas com N partículas, onde podemos considerar sistemas com um número muito grande de partículas ou sistemas com poucas partículas. Porém ela tem limitações, onde para a teoria descrever bem os fenômenos físicos é preciso estar no limite termodinâmico. O limite termodinâmico é quando adicionamos ou retiramos uma partícula no sistema e ele não modifica as suas variáveis.

Vamos verificar alguns conceitos fundamentais da termodinâmica para aplicarmos no foguete.

3.4.1 Temperatura

A temperatura é uma maneira de medir o nível de agitação das moléculas de um sistema, ela é diretamente proporcional a velocidade ao quadrado, ou seja, a temperatura se relaciona diretamente com a energia cinética das moléculas.

Quando a temperatura é alta, podemos afirmar, a agitação molecular é alta e por consequência, as moléculas precisam de mais espaço para a sua agitação. Quando a temperatura é baixa, podemos afirmar, a agitação molecular é baixa também, logo as moléculas precisam de menos espaço para se agitar. Desta forma, se consegue perceber o aumento de pressão com temperaturas maiores ou do seu volume.

Ao analisarmos apenas a organização das moléculas em sistema, podemos medir essa organização através da entropia. Quando maior a organização molecular, menor entropia ele vai ter. Então, quando aumentamos a temperatura o

sistema começa a desorganizar pela agitação molecular e a entropia é aumentada. Da mesma forma acontece quando a temperatura diminui, a agitação molecular diminui e a organização do sistema volta a aumentar, logo a entropia diminui. No entanto, nem todo o sistema que diminui a temperatura volta a se organizar ou diminuir a entropia.

3.4.2 Calor específico

Para aumentar a temperatura de um corpo é necessário colocar energia e para baixar a temperatura é necessário retirar energia. Essa transferência de energia, chamamos de calor. Cada material analisado possui uma estrutura molecular específico dele. Logo, para aumentar a agitação molecular desse material é necessário adicionar mais ou menos energia, logo cada material vai ter uma quantidade de energia necessária para aumentar ou diminuir a sua temperatura. Então, cada material possui um calor específico, o qual mede a quantidade de calor (energia) necessária para aumentar a sua temperatura.

Considerando dois materiais na mesma temperatura, madeira e ferro, ao tocar neles temos a sensação que o ferro é mais frio do que a madeira. Isso é causado pela a necessidade do ferro precisar de mais energia para aumentar a sua agitação molecular e por consequência, ele retira essa energia das nossas mãos e temos a sensação de mais frio. No entanto, o ferro tem o calor específico maior do que a madeira, pois necessita mais energia para aumentar a sua temperatura.

Ao considerar um sistema de partículas totalmente isolado para troca de energia com o ambiente, dizemos que temos um sistema adiabático. A palavra "diabática" significa que existe troca de calor (energia) e a letra "a" na frente dela significa que ela não existe troca calor (energia). Isso significa que um sistema adiabático não existe troca de energia com o sistema externo a ele.

3.4.3 Segunda Lei da Termodinâmica

A segunda Lei da termodinâmica relaciona sistemas adiabáticos com a entropia, onde é analisada a organização molecular do sistema totalmente isolado termodinamicamente. Em um sistema adiabático, mesmo não havendo troca de

calor com o sistema externo, a desorganização das moléculas se mantém a mesma ou aumentam, e por consequência a entropia continua constante ou atinge o seu valor máximo.

Considerando um processo reversível, podemos relacionar a variação da quantidade de calor (Q) é diretamente relacionada com a variação da entropia (S), e tendo uma constante no sistema que é temperatura (T), isto é,

$$\Delta Q = T \Delta S .$$

Em um sistema adiabático a variação da quantidade de calor é nula, ou seja,

$$\Delta Q = 0.$$

3.4.4 Compressão isentrópica

Um processo adiabático reversível, temos a possibilidade das moléculas se organizarem novamente após serem bagunçadas, esse processo é chamado de processo isentrópico. O nome desse processo é a combinação das palavras "iso" (se mantém constante, ou seja, não varia) com a palavra entropia (a qual mede a organização do sistema). Logo a variação da entropia será nula, $\Delta S = 0$.

Ao analisarmos um sistema fechado e preenchido de gás ideal (gás ideal é um conjunto de moléculas que estão em movimento constante e aleatório, suas velocidades médias estão relacionadas com a temperatura) podemos calcular a pressão interna pelo produto da pressão com o volume do sistema o qual é uma constante, isto é, $PV^\gamma = cte$. Onde γ é a razão entre o calor específico do gás usado e o hidrogênio, o valor dessa constante é 1,4 para o ar.

3.4.5 Aplicando os conceitos da Termodinâmica no Foguete

Antes do lançamento é adicionada água, na garrafa PET e colocado no suporte de lançamento. A pressão total no interior da garrafa, podemos calcular através da compressão isentrópica, ou seja,

$$P = \left(\frac{V_o}{V} \right)^\gamma P_o,$$

onde a pressão total interna da garrafa é dado por P , a pressão inicial dentro da garrafa é:

$$P_o = 50 \text{ psi}$$

a razão entre os calor específicos é $\gamma = 1,4$, o volume inicial é $V_o = 2 \times 10^{-3} m^3$ e volume final V é o volume da garrafa menos o volume de água colocada.

3.4.6 A aplicação do foguete em turmas de ensino médio

No decorrer da montagem da base de lançamento será discutida a física envolvendo na mesma, e mostrado os pontos que podem ser melhorados para buscar maiores eficiências do equipamento. Após isso, será montado o foguete construído de garrafas plásticas (PET) e outros materiais reciclados (papelão, plásticos rígidos, madeira etc.).

Ao longo da montagem será abordada a física existente no foguete e serão realizados testes utilizando os conceitos físicos para o lançamento (massa de água colocada na garrafa, centro de massa, aerodinâmica e resistência). Só então, será o momento de realmente experimentar o experimento, base e foguete, para realizar os lançamentos e o momento de realizar ajustes dos foguetes.

Assim que todas as etapas anteriores forem realizadas, o professor em sala de aula fará discussões com os alunos buscando identificar dúvidas que ainda possam surgir e também terá espaço uma avaliação da atividade descrita, para que juntos alunos e educador dialoguem quanto à validade do projeto desenvolvido em sala de aula.

4 CONCLUSÃO

Tendo em vista que o Ensino de Física é considerado por muitos jovens como algo muito tedioso, em que as aulas que são ministradas na educação básica, não passam de repetição do que os livros didáticos trazem em que consistem, na sua grande maioria, na exposição do conteúdo pelo professor, resolução de exemplos, exercícios e aplicação de provas. É preciso repensar e discutir novas metodologias para o ensino que o ensino de física vá muito além, pois ele deve aproximar os alunos da ciência para que ocorra a compreensão da realidade na qual estamos inseridos.

Propor atividades diferenciadas que despertem a curiosidade dos alunos pode e deve ser um aliado importante para que a aprendizagem dos conteúdos físicos deixe de ser algo mecânico e se torne algo significativo e real.

O próprio Parâmetro Curricular Nacional (PCN) já nos alertara para a necessidade de um ensino contextualizado em que o aluno tenha o papel principal, e que o professor seja um mediador-facilitador:

Contextualizar o conteúdo que se quer aprendido significa, em primeiro lugar, assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. O tratamento contextualizado do conhecimento é recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo. (PCN, 1999, p. 34).

Sendo assim, o professor deve ter em mente que atividades experimentais previamente planejadas e que vão de encontro ao que se pretende trabalhar em sala de aula, pode desencadear um conhecimento mais sólido aos seus educandos. Uma vez que envolvem situações de investigação que permitem a troca de experiências assim como na elaboração de modelos que facilitem a interpretação dos fenômenos observados ao longo do desenvolvimento, por exemplo, do foguete de garrafa PET.

Portanto, parte do professor a vontade de que os alunos do ensino médio interajam com atividades diferenciadas, sejam elas experimentais ou até mesmo jogos didáticos, o planejamento dessas atividades demandam tempo e por vezes os professores deixam de colocá-las em prática porque a escola em que lecionam o conteúdo pragmático é extenso e baseado em avaliações externas e assim se dá valor à quantidade e não a qualidade do que é ensinado.

Como o que foi mostrado acima, é possível que se trabalhe vários conceitos importantes da física através de uma atividade experimental como a construção de um foguete de garrafa PET, de forma simples e prática, basta que escola, professor e alunos estejam dispostos a realização de tal atividade.

Referências

- [1] Heineck, R.; Valiati, E. R. A.; Rosa, C. T. W. **Software educativo no ensino de Física: análise quantitativa e qualitativa**. Revista Iberoamericana de Educación, v. 42, n. 6, p. 1-12, 2007.
- [2] Abreu, M. D. P. **Laboratório de Matemática: um espaço para a formação continuada do professor** – Dissertação de Mestrado. Santa Maria: UFSM, 1997.
- [3] Magalhães, S.F.S. e Geller, M. **Reflexões sobre a disciplina de tecnologias da informação e da comunicação em uma instituição de ensino superior no município de Floriano-PI**. Novas tecnologias na Educação. UFRGS, v7, nº3, dez, 2009.
- [4] Moran, J. M. **Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias**. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 4, n. 12, p.13-21, 2004.
- [5] Mota, R.; Scott, D. **Educando para inovação e aprendizagem independente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- [6] Coscarelli, C. V. **Novas tecnologias, novos textos, novas formas de pensar**. 3 ed., Belo Horizonte: Autêntica, 2006.
- [7] Brenzam F. F. e Andrade, M. A. B. S. **Noções de Estudantes a respeito dos Aspectos da Natureza da Ciência e de uma Investigação Científica**. Alexandria: R. Educ. Ci. Tec., Florianópolis, v. 12, n. 1 p. 303-330, maio. 2019.
- [8] Almeida, A. G. F. **As ideias balizadoras necessárias para o professor planejar e avaliar a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa**. Dissertação de Mestrado em Educação – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- [9] Aquaroni, L. M. **Uma análise das manifestações docentes sobre o uso das tecnologias da informação e comunicação nas escolas públicas de nível médio da cidade de Taquaritinga - SP**. / Tese de Dourado, 2009.
- [10] Valente, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento**. <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me003150.pdf> Acesso em 02 de junho de 2019.
- [11] Figura I, disponível em: http://1.bp.blogspot.com/-TJScUGWGX-I/UauGpgBc9dI/AAAAAAAAABk/yN7-bk_YCxU/s1600/20130602_111908.jpg. Acessado em 14/11/2019.

- [12] Figura II, disponível em: <https://www.cacep.com.br/wp-content/uploads/2016/11/42-foquetes-a-agua-aspecto-geral.gif>. Acessado em: 05/09/2019.
- [13] Figura III, disponível em: <http://s3.amazonaws.com/magoo/ABAAewoMAI-9.jpg>. Acessado em: 14/11/2019.
- [14] Tipler, Paul A.; Mosca, Gene. **Física para Cientistas e Engenheiros: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica**. Vol. 1, 5a ed., Rio de Janeiro: LTC, 2006;
- [15] BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, 1999.