



HIORRAN GABRIEL JONYMACK DE OLIVEIRA

**LANÇAMENTO DE FOGUETE: UM PROJETO PARA O
ENSINO DE CINEMÁTICA**

LAVRAS-MG

2023

HIORRAN GABRIEL JONYMACK DE OLIVEIRA

**LANÇAMENTO DE FOGUETE: UM PROJETO PARA O ENSINO DE
CINEMÁTICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Licenciatura em Física, para
obtenção do título de Licenciado.

Profª. Dra. Helena Libardi

Orientadora

LAVRAS- MG

2023

RESUMO

O presente trabalho de TCC traz a proposta de desenvolvimento de um projeto em sala de aula na perspectiva do ensino por projetos que proporcione aos estudantes experiências mais significativas para o estudo da cinemática buscando explorar o potencial da física de uma forma mais interessante. Com este trabalho, buscamos apresentar uma sequência didática e refletir sobre as contribuições do ensino por projetos para o processo de ensino e de aprendizagem. O projeto é composto por cinco etapas, cada uma dividida em duas aulas de 50 minutos, nas quais os conceitos de cinemática são explorados de forma progressiva. Em cada etapa do projeto, apresentamos os tópicos necessários para o desenvolvimento do foguete, de forma progressiva. Estes tópicos, na metodologia de projetos, correspondem às caixas pretas, que, em nossa sequência, seriam: grandezas da cinemática, MRU, MRUV, lançamento de projéteis e impulso e momento linear. A sequência culmina, na quinta etapa, com o lançamento dos foguetes desenvolvidos pelos estudantes. Podemos também considerar uma sexta etapa, com um evento de divulgação. Para análise da sequência, foi feita uma pesquisa bibliográfica por trabalhos que se assemelham com a proposta presente neste trabalho e a realidade das escolas brasileiras. A partir desta pesquisa bibliográfica foram feitas reflexões levando em conta a potencialidade das propostas analisadas e suas estratégias.

Palavras chaves: Projeto, Ensino de Física, Ensino de Cinemática; Lançamento de foguetes.

ABSTRACT

The present undergraduate thesis aims to propose the development of a classroom project from the perspective of project-based learning that provides students with more meaningful experiences for the study of kinematics, seeking to explore the potential of physics in a more interesting way. With this work, we seek to present a didactic sequence and reflect on the contributions of project-based learning to the teaching and learning process. The project consists of five stages, each divided into two 50-minute classes, in which kinematics concepts are explored progressively. In each stage of the project, we present the necessary topics for rocket development in a progressive manner. These topics, in the project-based methodology, correspond to the black boxes which, in our sequence, would be: kinematics quantities, uniform motion (MU), uniformly accelerated motion (MUV), projectile motion, and impulse and linear momentum. The sequence culminates in the fifth stage with the launch of rockets developed by the students. We can also consider a sixth stage with a dissemination event. For the analysis of the sequence, a bibliographic research was conducted on works similar to the proposal presented in this work and the reality of Brazilian schools. Based on this bibliographic research, reflections were made taking into account the potential of the analyzed proposals and their strategies.

Keywords: Project; Physics teaching; Kinematic teaching; Rocket launch.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	REFERENCIAL TEÓRICO	7
3	METODOLOGIA	9
3.1	Revisão Bibliográfica	9
3.2	Elaboração do Projeto	9
3.3	Procedimentos de reflexão	11
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
5	PROJETO “PARA O ALTO E AVANTE!”	15
5.1	Detalhamento do Projeto	16
5.1.1	Parte 1 - Entendendo o projeto e contextualização.	16
5.1.2	Parte 2 - Movimento retilíneo uniforme e as grandezas físicas da cinemática	18
5.1.3	Parte 3 - Movimento retilíneo uniformemente variado e lançamento de projéteis	20
5.1.4	Parte 4 - Momento linear	23
5.1.5	Parte 5 - Teste do lançamento dos foguetes	25
6	PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	28
7	REFLETINDO SOBRE O PROJETO	30
7.1	Conversando com a Literatura	30
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
	REFERÊNCIAS	38
	ANEXO	39

1 INTRODUÇÃO

Quando eu parei pra pensar sobre a pergunta que um dia me fizeram: “o que você estudou em física no ensino médio?”, eu me deparei com o fato de que eu não tinha uma resposta. Eu conversava bastante com meu professor sobre Star Wars. Para contextualizar, Star Wars é uma franquia do tipo *space opera* estadunidense criada pelo cineasta George Lucas. É um ícone da cultura Pop, que conta com uma série de nove filmes de fantasia científica e dois *spin-offs*. Eu aprendi nessas conversas que explosões não poderiam acontecer no vácuo, pois lá não teria oxigênio para alimentar o processo de combustão, que não se poderia ouvir uma explosão no vácuo por que a onda sonora não se propaga por lá. Essas conversas foram divertidas e também instrutivas. Então eu pensei: “por que não realizar um tipo de ensino no qual os estudantes que não irão usar física profissionalmente tenham algo a mais do que o tradicional saber física para fazer prova?”

Tive a ideia de propor um projeto onde os estudantes pudessem vivenciar experiências mais significativas, distantes do simples preparo para a realização de provas, onde eles pudessem usar a física para algo memorável. Mesmo que eles não usem a física de maneira profissional em momentos futuros, ainda assim teriam uma experiência agradável da qual se lembrariam no decorrer da vida. Por exemplo, afirmar que “eu não segui carreira na área de ciências da natureza, no estudo de física, mas eu participei de um campeonato no ensino médio de lançamento de foguetes”. Propiciar condições para que os estudantes tenham esse tipo de recordação, dando sentido ao conteúdo abordado no ensino médio e tentando fugir do tradicional “aprender física para fazer prova” ou “só para ser aprovado”, se tornou uma questão interessante para a escolha do tema deste trabalho de conclusão de curso (TCC) e que me deu forças para me dedicar nos estudos presentes no mesmo.

Com este TCC, apresentamos o desenvolvimento de um projeto que possa ser desenvolvido no primeiro ano do ensino médio. Com esta estratégia, proporcionamos também estratégias de avaliação diferenciadas, substituindo a avaliação pontual pela avaliação no processo do desenvolvimento do projeto, como a confecção dos foguetes, lançamento e discussões em sala de aula, do trabalho em grupo realizado pelos estudantes, e da apresentação do que foi feito referente aos conteúdos abordados. Em outras palavras, substituindo as avaliações pontuais pela avaliação formativa e somativa presente no projeto de lançamento de foguetes deste trabalho.

Ao substituímos as provas escritas, temos a preocupação de como avaliar o desempenho dos estudantes para um determinado conteúdo no ensino de física. Para isso,

utilizamos a prática experimental de lançamento de foguetes como aplicação dos conteúdos abordados. Por ser uma atividade atrativa, lúdica e se encaixar nos conteúdos de cinemática, torna-se possível o desenvolvimento de maneira direta, de modo a compor a proposta curricular deste conteúdo.

No desenvolvimento da sequência didática, os estudantes serão avaliados durante todo o desenvolvimento do projeto, e não apenas no final de cada “conteúdo”. Dessa forma, tem-se uma preocupação, um zelo maior com a aprendizagem dos estudantes, de modo que, se em uma aula os estudantes não entenderam um determinado conceito, pode-se fazer uma intervenção pedagógica, de forma a deixar o processo de ensino-aprendizagem mais ativo.

Para o desenvolvimento deste trabalho, temos a seguinte questão diretriz: Qual a potencialidade de uma sequência didática utilizando a metodologia de ensino por projetos para o desenvolvimento de conteúdos de cinemática? Para responder a esta questão, temos como objetivo refletir sobre as contribuições do ensino por projetos para o processo de ensino e de aprendizagem.

Neste sentido, iremos trazer trabalhos da literatura que tratam do tema de projetos no ensino de física e refletir sobre as estratégias e avaliações que foram utilizadas. Considerando o ensino por projetos, também traremos reflexões sobre ilhas de Racionalidade e os momentos de avaliação.

Nosso trabalho está organizado de uma maneira em que os capítulos conversam entre si. No Capítulo 2, apresentamos o referencial teórico, com uma pequena base sobre os textos que foram utilizados para a fundamentação do projeto.

No Capítulo 3, apresentamos a Metodologia, onde explicitamos a revisão bibliográfica, o método de elaboração do projeto, e, por fim, os procedimentos de reflexão. Como estratégia de análise, faremos uma reflexão sobre a potencialidade do projeto tendo como base trabalhos de pesquisadores obtidos através de revisão bibliográfica na Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações.

No Capítulo 4, apresentamos os artigos obtidos em nossa revisão bibliográfica.

No Capítulo 5 apresentamos o projeto “Para o Alto e Avante”, explicando e detalhando sobre o que se trata e sobre a sua elaboração.

Apresentamos a proposta de desenvolvimento no Capítulo 6, conversando com o nosso referencial teórico, e, no Capítulo 7 refletimos sobre a potencialidade do projeto, ao conversarmos com a literatura.

Finalizamos o trabalho com as considerações finais e referências.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para falar sobre avaliação, iremos começar com o questionamento: “Ensinaamos, mas os alunos não aprenderam; o que é que vamos fazer?” (LUCKESI, 1990, p. 80). Ao falar de avaliação, a primeira coisa que nos vêm à cabeça é um exame, ou teste escrito, mas será que isso é uma avaliação efetiva? Para tentar responder a essa pergunta, temos Carlos Cipriano Luckesi (1990) para nos ajudar a entender a ideia de avaliações.

De início vamos imaginar o espaço escolar. Nele, o próprio sistema já adequa as avaliações como instrumento de aprovação e reprovação, ou seja, algo que age como uma verificação, algo estático. Depois de verificar o que o aluno sabe, ela se encerra, não dando margem a uma aprendizagem efetiva dos estudantes. Quando pensamos em avaliação alternativa, não estamos falando de algo mirabolante para se avaliar a aprendizagem do aluno, mas sim de uma avaliação que se trata de um instrumento de ação sobre o que está sendo avaliado. Em outras palavras, enquanto a verificação congela o objeto de avaliação após seu término, a avaliação exige uma tomada de decisão de acordo com os resultados obtidos na verificação.

Esse tipo de avaliação pontual deixa o aluno com um objetivo, ser aprovado, e por consequência traz o medo da reprovação, algo que ninguém em sã consciência desejaria a outrem. A verificação é quase um consenso se tratando da prática educacional brasileira, mas existem maneiras melhores de se avaliar a aprendizagem de um estudante.

Nesse modelo, para o aluno ser aprovado é comum a utilização de uma média das notas provenientes desses processos de verificação, por exemplo, se são quatro bimestres em um ano, cem pontos são distribuídos por ano letivo, deixando vinte e cinco pontos para cada bimestre, o aluno é aprovado caso consiga sessenta pontos, e esse acaba se tornando o principal objetivo do aluno, Mas... Não deveria ser o principal objetivo do aluno aprender?.

A aprovação ou reprovação de um aluno deveria ser com base na efetiva aprendizagem do mesmo, e por consequência nas habilidades desenvolvidas mediante a uma temática. Trabalhando tentando chegar ao mínimo necessário para que os estudantes estejam aptos a seguir em frente, atribuindo uma nota a isso podendo ser a própria média de um ano letivo (sessenta pontos), e caso o aluno não atingisse esse piso, ele deveria ser reorientado de modo a atingir esse mínimo necessário, note que estamos falando de habilidades, costumes e hábitos, coisas que um simples exame não é capaz de medir de maneira satisfatória a aprendizagem desses estudantes, visto isso algo diferente será proposto neste trabalho, algo

em que os estudantes conseguirão mostrar esses critérios na prática de uma atividade que será proposta no capítulo correspondente.

3 METODOLOGIA

As avaliações, por se tratar de um tema bastante amplo e pouco explorado no ensino de física, uma pesquisa qualitativa se mostrou mais apropriada, aproveitando alguns trabalhos do campo da educação e não apenas de estudos associados ao ensino de física.

Em nosso trabalho, apresentamos o desenvolvimento de um projeto de ensino versando sobre cinemática para ser desenvolvida no primeiro ano do ensino médio.

Para verificar a potencialidade do projeto, fizemos uma reflexão a partir de textos obtidos pela pesquisa bibliográfica. Utilizando critérios de similaridade nas propostas apresentadas pelos outros autores e comparando as estratégias presentes no nosso. A seguir detalhamos as etapas do trabalho.

3.1 Revisão Bibliográfica

Na procura de trabalhos que nos permitam refletir sobre a potencialidade de nossa proposta, foi feita uma revisão bibliográfica à procura de trabalhos envolvendo ensino por projetos na Física e, do conhecimento destes trabalhos, foi feita a reflexão sobre a potencialidade de nosso projeto.

A pesquisa bibliográfica foi realizada utilizando a plataforma da Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações. Procurando trabalhos que se adequassem mais a realidade das escolas brasileiras, optamos por pesquisar apenas as dissertações. Utilizamos os seguintes filtros, excluindo “Educação Física”:

- Ensino por projeto;
- Física;

Dos 29 resultados encontrados, após a leitura dos resumos dos trabalhos, restaram 6 que são mais adequados à proposta presente neste trabalho. O critério de escolha foi por trabalhos envolvendo projetos que apresentassem atividades experimentais, tanto no Ensino de Física como no de Ciências. Os trabalhos utilizados na análise reflexiva estão apresentados no Capítulo 4.

A seguir apresentamos como foi elaborado o projeto.

3.2 Elaboração do Projeto

Para este trabalho, elaboramos uma sequência didática para desenvolver o conteúdo de cinemática, utilizando como metodologia o ensino por projeto.

Em nossos estudos iniciais à procura de ideias de trabalhos envolvendo a metodologia de ensino por projetos que promovessem uma aprendizagem significativa nos estudantes, encontramos o de Souza (2015). Este trabalho nos orientou na construção de nosso projeto.

No desenvolvimento do projeto, escolhemos utilizar o lançamento de foguetes como artifício de ação para a ilha de racionalidade. Optamos por estratégias de divisão em grupos e o ensino amparado pela tecnologia, utilizando pesquisas na internet que sejam referentes a modelos de foguete a serem utilizados pelos estudantes, registros da confecção dos mesmos ou a coleta de informações sobre tipos de combustíveis. A sequência foi idealizada considerando o professor como mediador do conhecimento, não detentor do mesmo.

O projeto proposto contempla a competência 3 da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) e o Novo Ensino Médio. Em conjunto com as demandas da sociedade atual, o ensino por projetos presente neste trabalho se beneficia de uma perspectiva interdisciplinar, sobre o ensino de ciências da natureza:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2018).

O trabalho de Souza (2015), intitulado “O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: Campeonato de aviões de papel e o ensino de hidrodinâmica” foi utilizado não somente para a reflexão em nosso trabalho, mas também na elaboração do projeto em nossa sequência didática.

A autora traz uma reflexão a respeito do processo avaliativo, separando o uso de exames tradicionais, que considera excludentes, de uma avaliação de aprendizagem propriamente dita. Ela destaca, em seu trabalho, estratégias e avaliações diferenciadas, trazendo jogos e simuladores no processo de avaliação continuada, durante todo o desenvolvimento do projeto. O projeto, utilizado como estratégia didática para o ensino de hidrodinâmica, está atrelado à proposta de participação em um campeonato de aviões de papel.

Ao final do projeto, a autora identificou tanto uma mudança conceitual como uma mudança na aprendizagem dos estudantes, quando o conhecimento intuitivo foi confrontado com os conhecimentos científicos.

A autora destaca também as vantagens de utilizar recursos didáticos tais como atividades experimentais como softwares de simulação.

No Capítulo 5 apresentamos o projeto proposto e, em seguida, como foi desenvolvido.

3.3 Procedimentos de reflexão

Para verificarmos a potencialidade do nosso projeto, refletimos sobre alguns aspectos, comparando com trabalhos já desenvolvidos e encontrados em nossa revisão bibliográfica. Para nos guiar na reflexão, apresentamos alguns tópicos que serviram de base para a comparação, de modo a estabelecer um diálogo entre os trabalhos. A reflexão é apresentada no Capítulo 7 deste trabalho, em conjunto com os resultados que se assemelham mais com a nossa proposta. Os tópicos para a reflexão, apresentados a seguir, foram escolhidos com base nas minhas inquietações sobre o ensino por transmissão.

- Significado atribuído à educação científica.

O ensino por transmissão gira em torno de entender um conteúdo para apenas reproduzi-lo em um exame no final de cada conteúdo abordado, retirando, assim, o significado de aprender algo que não seja apenas para reproduzi-lo em um exame ou ser aprovado em uma disciplina.

Esse tipo de metodologia faz com que a aprendizagem se torne mecânica, fazendo com que o estudante muitas vezes seja induzido a decorar métodos de solução, proporcionando lacunas que podem muitas vezes levar a desmotivação e o desinteresse. (ROCHA 2020, p.11.)

Na busca de estratégias que deem significado às aulas expositivas, encontramos na literatura trabalhos que tenham tal característica, que foram usados para a elaboração da proposta como para a reflexão do trabalho.

- Ensino por projetos

O ensino por projetos pode remediar a falta de significado salientada mais acima. Desta forma, trouxemos para a reflexão o uso da metodologia de ensino por projetos. E, para refletir sobre a potencialidade da metodologia de ensino por projetos e sua conexão com a avaliação, procuramos projetos propostos e desenvolvidos em trabalhos acadêmicos. Para guiar a reflexão sobre a potencialidade do trabalho, procuramos identificar:

- Como os autores trataram o currículo disciplinar: alterando o mesmo ou adaptando o projeto aos componentes curriculares? e
- Nos trabalhos analisados, os autores apresentam a relação que os estudantes fizeram com o cotidiano?

- Avaliação

Para acompanhar uma proposta de ensino fora do tradicional, esperamos que as estratégias de avaliação não sejam focadas nas avaliações tradicionais. Para verificar estas estratégias, procuramos identificar:

- Como os autores pensam o processo avaliativo na estratégia de ensino por projetos? Utilizando avaliações tradicionais ou alternativas?
- Os autores destacam o impacto da metodologia de ensino por projetos na preparação dos estudantes para o ENEM?

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Da pesquisa bibliográfica, foram selecionadas 6 dissertações. O critério de escolha foi por trabalhos envolvendo projetos que apresentassem atividades experimentais, tanto no Ensino de Física como no de Ciências, e que possuem um caráter de similaridade com o nosso trabalho por razão de verificação da potencialidade do desenvolvimento do projeto presente neste trabalho. Apresento a seguir os trabalhos analisados.

Rocha (2020), com o trabalho “Ensino de física por projetos - competições envolvendo batalhas de robôs”, também traz para uma escola técnica uma competição (de robôs) como fechamento de seu projeto. Segundo o autor, o ensino por projetos é utilizado como motivação e engajamento no estudo da mecânica clássica, desenvolvendo habilidades e competências para formação de cidadãos ativos e críticos.

O autor destaca o papel do professor, não só como mediador do processo de ensino e de aprendizagem, mas também como orientador nos aspectos referentes ao desenvolvimento e montagem dos robôs. Estas duas funções, segundo o autor, gerou algumas dificuldades. Ele destaca que os estudantes devem experimentar, passando por processo de erros e acertos. Para promover as habilidades necessárias, o professor, em algumas situações, deve apenas dar as orientações e não fornecer as respostas prontas.

Rocha finaliza dizendo que sua proposta pode ser uma ferramenta viável para um ambiente alternativo de ensino e de aprendizagem tanto para para escolas que possuam uma infraestrutura de laboratório quanto para escolas que não possuem, pois as atividades podem ser desenvolvidas em qualquer espaço.

Bordin (2020), com o trabalho “Potencialidades de uso do software de videoanálise Tracker no ensino de física” utiliza as tecnologias digitais de informação e comunicação como alternativa para o ensino em escolas com pouca estrutura de laboratório quando se propõe trabalhar com a experimentação no ensino de física. Utilizando oficinas de ensino de videoanálise, apresenta a potencialidade do uso do software tracker para professores de física e ciência, com aplicações em diversas áreas. Bordin desenvolveu sequências didáticas experimentais para uso na formação de professores. O autor destaca a importância das atividades experimentais, pois tira o estudante do mundo dos conceitos e das linguagens, “tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico” (p. 92).

Bucussi (2005), com o trabalho “Projetos curriculares interdisciplinares e a temática da energia”, fez um estudo dos parâmetros e diretrizes curriculares da legislação educacional brasileira. Em seguida, buscou introduzir o conceito de energia utilizando duas estratégias

significativas, motivadoras e frutíferas: uma embasada em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), e outra na História, da Filosofia e da Sociologia da Ciência (HFS). Em relação a estas duas estratégias, o autor destaca que, a ênfase HFS enriquece o currículo acadêmico, voltado para o vestibular, destacando ainda as contribuições da História Geral e da História da Ciência e da Epistemologia. Já a ênfase CTSA que trabalha com informações da mídia impressa relativas ao tema fontes de energia permitiu aproximar ao máximo seus estudantes do processo de ensino-aprendizagem, uma vez que estes demandaram um currículo menos abstrato, mais vinculado com o cotidiano. O autor ainda destaca que a abordagem CTSA conversa mais com o currículo escolar e se mostrou mais interdisciplinar, envolvendo principalmente a Geografia.

Barp (2016), em “Uma proposta de trabalho orientada por projetos de pesquisa para introduzir temas de física no 9º ano do ensino fundamental”, leva o ensino por projetos para o ensino fundamental, destacando que “essa estratégia pode ser uma alternativa didática útil para professores de ciências que não se sentem à vontade, ou não se sentem preparados para abordar explicitamente conteúdos de física no Ensino Fundamental” (p. 7). Segundo o autor, esta estratégia configura uma alternativa para dar significado para a educação científica dos estudantes.

O autor propõe que os estudantes, organizados em grupos, façam um estudo dirigido sobre um tema de interesse, desenvolvendo mini projetos que culminaram com apresentação e entrega de posters ao final dos trabalhos.

Por fim, no trabalho de Lopes Neto (2016) “Ensino por projetos: desafios e construção de protótipos como complementação às aulas de laboratório”, o autor traz como fruto da dissertação um manual para desenvolvimento de projetos, destinado aos professores. O manual contém roteiros, sugestões, modelos de relatórios, propostas de avaliação e resultados esperados. Os modelos apresentados possuem algumas propostas que podem ser desenvolvidas no ensino de física. O autor também destaca a interdisciplinaridade, indicando o ensino por projetos como uma ferramenta para “trazer ao aluno a significância do saber” (p.39).

5 PROJETO “PARA O ALTO E AVANTE!”

A sequência de ensino foi idealizado com a proposta de um problema envolvendo conceitos abordados no primeiro ano do ensino médio, visando a sistematização dos conteúdos e a avaliação da aprendizagem dos estudantes

O problema escolhido foi o de lançamento de um foguete, desenvolvido utilizando os conceitos de cinemática, com a metodologia de ensino por projetos, no final do primeiro ano do ensino médio

Com esta metodologia estamos descartando o uso de exames, na visão de Souza (2015), visto que o conhecimento que o aluno adquire será utilizado na prática de lançamento de foguetes, deixando assim o desenvolvimento do aluno mais evidente, podendo mais facilmente ser avaliado, diferentemente dos exames tradicionais que, além de serem classificatórios e excludentes, não apresentam significado ao que se aprendeu.

Com o projeto, pretende-se atingir os seguintes objetivos de aprendizagem;

- Identificar a situação problema: como lançar um foguete e o que é necessário para fazer com que o lançamento seja um sucesso;
- Identificar a física envolvida no lançamento de foguetes: o conhecimento teórico caminhará de maneira paralela com o desenvolvimento do foguete, com a intenção de facilitar na construção do conhecimento;
- Propor e discutir hipóteses: como o lançamento do foguete é uma atividade experimental, esse objetivo faz parte do processo experimental o desenvolvimento e construção do foguete que será usado na parte final do projeto;
- Utilizar conceitos de física para resolver o problema: conforme o desenrolar do projeto, os estudantes irão se deparar com desafios, assim como em toda atividade experimental, e os conhecimentos de física serão de vital importância para que se resolvam esses desafios. Dito isso, o domínio dos conceitos é fundamental no desenvolvimento do projeto.
- Organizar e discutir as soluções para os desafios: ao se deparar com os desafios do item anterior, além do domínio do conteúdo, as discussões são de suma importância para se alcançar uma solução, principalmente por se tratar de um trabalho em grupo, o que torna fundamental a parte de discussão entre os integrantes.
- Sintetizar os resultados: por último, mas não menos importante, depois de discutir e lidar com os desafios, sintetizar os resultados será o ponto onde as soluções serão apresentadas, e, para isso, os dados utilizados ou as hipóteses descartadas serão sintetizados com o intuito de facilitar a apresentação final.

5.1 Detalhamento do Projeto

Os objetivos do projeto são:

- Facilitar a compreensão dos tópicos de cinemática no Ensino Médio.
- Proporcionar uma avaliação alternativa através da metodologia de ensino por projetos.
- Desenvolver um projeto que possa ser exibido em um evento de divulgação.

Todos os detalhes para o lançamento dos foguetes, medidas de segurança e manual de confecção podem ser encontrados no site da OBA (Olimpíada Brasileira de Astronomia)¹ e no anexo deste trabalho. Recomenda-se que não apenas os estudantes leiam esse documento, mas também os professores, pois há informações importantes sobre medidas de segurança, dicas, e um pequeno manual ilustrado sobre como montar um foguete, em resumo é um material muito bom para todos os participantes do projeto.

O projeto foi idealizado para ser desenvolvido no final do primeiro ano no desenvolvimento dos conceitos de cinemática, é esperado que os estudantes tenham como pré-requisito os conteúdos de matéria e energia e leis de Newton. Vale o lembrete que o projeto possui um caráter conceitual ao ser trabalhado, visto que as aplicações dos conceitos serão no desenvolvimento do foguete e do relatório que serão objetos de avaliação.

O projeto está estruturado em 5 partes, cada uma com duração de duas horas aula, podendo contar com mais uma parte, um evento de divulgação,.

Uma contextualização será feita nas duas partes iniciais da sequência, onde apesar de ser uma contextualização simples em forma de discussão, encaixa bem com o propósito da sequência didática presente no trabalho.

5.1.1 Parte 1 - Entendendo o projeto e contextualização.

Esta parte tem como objetivo apresentar a sequência didática, permitindo que os estudantes sejam apresentados à temática do estudo do movimento e sejam apresentados ao projeto. A primeira parte está estruturada como segue.

Objetivo no projeto:

- Entender a sequência didática.
- Introduzir a temática do estudo do movimento.

Conteúdos da aula:

- Descrição do projeto;

¹ Roteiro de Confecção de Foguetes. Disponível em: https://www.serra.ifes.edu.br/images/stories/como_construir_o_foguete_MOBFOG_DE_2019.pdf. Acesso em: 22 jun. 2023.

- Contextualização acerca do movimento dos corpos;

Estratégias:

Exposição oral do projeto;

Trabalho em grupo.

Tempo:

50 min

Avaliação:

Participação e argumentação dos estudantes no desenvolvimento das atividades.

Texto produzido com as percepções do grupo sobre a leitura.

Dinâmica da aula:

A aula será desenvolvida com o intuito de apresentar o projetos aos estudantes e contextualizá-los sobre a necessidade do desenvolvimento científico e tecnológico para se atingir um objetivo, no caso a vitória na corrida espacial. Após a discussão, os estudantes deverão escrever seus pontos de vista a respeito do texto, com suas próprias palavras, explicando o contexto da cultura científica da URSS para ser entregue ao final da aula.

No Quadro 1, podemos ver como esta parte foi idealizada.

Quadro 1 - Distribuição dos momentos para a Parte 1 da sequência didática.

Momentos	Descrição
Momento 1 10 min.	Apresentação dos objetivos da SD;
Momento 2 20 min.	Discussão acerca do movimento dos objetos em nosso cotidiano.
Momento 3 20 min.	Discussão acerca do texto que foi lido e esclarecimento sobre as dúvidas que os estudantes possam vir a ter de acordo com o conteúdo.

Fonte: Autor (2023)

Dicas sobre o desenvolvimento:

É importante nessa etapa do projeto que o professor atue como mediador, visto que esta sequência foi pensada para que os estudantes trilhem as etapas por conta própria. Dessa forma, o professor deve ser atencioso e detalhista na hora de explicar como funcionará o projeto, pois dúvidas irão surgir mesmo que os estudantes não demonstrem. Como a sequência se baseia no lançamento de foguetes, uma contextualização interessante que combina com o conteúdo de cinemática, são os exemplos do cotidiano sobre o movimento das coisas que nos circundam, como carros, voo dos pássaros, o chute de uma bola no futebol

ou lançamento da bola em jogos de basquete, ou até mesmo o lançamento de foguetes, visto que esse é um tema de boa visibilidade para os estudantes. O importante é dar um pontapé inicial para as discussões que virão nas próximas aulas.

Esta sequência pode ser pensada como um guia para desenvolver o projeto. Portanto, deve ser desenvolvido de maneira a tornar a experiência agradável para todos.

Na continuação do projeto, entramos no desafio da construção dos foguetes propriamente dito, iniciando a partir da segunda parte, onde os tópicos necessários para trabalhar o lançamento do foguete (caixas pretas) são apresentados (partes 2, 3 e 4), sendo elas, MRU, MRUV, Impulso e Quantidade de Movimento.

5.1.2 Parte 2 - Movimento retilíneo uniforme e as grandezas físicas da cinemática

Esta parte tem como objetivo de ensino o entendimento dos conceitos por trás das grandezas físicas, englobando a cinemática no movimento retilíneo uniforme, e está estruturada como segue.

Objetivos de ensino:

- Entender os conceitos por trás das grandezas físicas englobando a cinemática no movimento retilíneo Uniforme.

Objetivos no projeto:

- Conhecer as grandezas do movimento uniforme
- Entender a importância dos avanços tecnológicos

Conteúdos da aula:

- Conceito de tempo,
- Conceitos de posição, distância e deslocamento.
- Conceito de velocidade.
- Relações do MRU.
- Importância de Avanços Tecnológicos relacionados à Exploração Espacial

Estratégia:

Aula expositiva dialogada.

Tempo:

100 min.

Recursos didáticos:

Quadro

Etapa da construção do foguete:

Apresentar os tipos de foguetes que podem ser construídos na escola.

Dinâmica da aula:

Uma aula expositiva dialogada englobando os conceitos das grandezas físicas de MRU, avanços tecnológicos e tipos de foguetes.

No Quadro 2, podemos ver como esta parte foi idealizada.

Quadro 2 - Distribuição dos momentos para a Parte 2 da sequência didática.

Momentos	Descrição
Momento 1 20 min.	Discussão sobre avanços tecnológicos.
Momento 2 60 min.	Grandezas do MRU
Momento 3 20 min.	Apresentação dos tipos de foguete

Fonte: Autor (2023)

Dicas sobre o desenvolvimento:

Ao trabalhar os conceitos de cinemática, não devemos nos preocupar tanto com os cálculos presentes no conteúdo. Eles serão desenvolvidos pelos estudantes no decorrer do projeto. Devemos focar no perfil conceitual das aulas, dessa forma, teremos tempo para trabalhar o conteúdo e com o projeto na mesma aula, administrando melhor o tempo em sala de aula. Ao apresentar os tipos de foguetes que poderão ser criados pelos estudantes, podemos tomar dois caminhos, fazer dessa parte do projeto uma pesquisa, onde os estudantes deverão ir atrás do modelo que melhor os agrada para desenvolver ou indicar um modelo para eles desenvolverem. Eu pessoalmente gosto do modelo de foguete de bicarbonato de sódio e vinagre. Tem também os foguetes de água. É prudente que cada grupo construa mais de um foguete, visto que os resultados do lançamento podem ser catastróficos para o protótipo. O Roteiro de Confecção de Foguetes - OBA (ANEXO) tem as informações necessárias para a construção dos mesmos. É recomendado utilizar os foguetes de nível 2, 3 e 4 para esse projeto, visto que o de nível 1 é mais simples, mas fique à vontade para utilizá-lo como tarefa inicial para engajar os estudantes.

Material para os Estudantes:**TEXTO - A Corrida espacial e o Desenvolvimento Tecnológico**

A Corrida Espacial, a competição entre os Estados Unidos e a União Soviética para alcançar feitos na exploração do espaço, teve um papel crucial no avanço tecnológico. A necessidade de superar o adversário em termos de conquistas espaciais levou a uma corrida pelo desenvolvimento de novas tecnologias, como foguetes, satélites, trajes espaciais e sistemas de suporte à vida. Muitas dessas tecnologias tiveram aplicações práticas no mundo real, em áreas como medicina, comunicações, transporte e defesa.

Por exemplo, a pesquisa sobre o ambiente espacial e seus efeitos na saúde e segurança dos astronautas levou ao desenvolvimento de novos materiais, equipamentos e técnicas médicas. Isso resultou em avanços na medicina moderna, como a ressonância magnética, tecnologias de imagem, próteses e dispositivos de monitoramento de saúde.

A Corrida Espacial também foi responsável pelo desenvolvimento de sistemas de comunicação por satélite, que permitem a transmissão de informações em todo o mundo, incluindo a transmissão de televisão ao vivo, navegação por GPS e telecomunicações.

Além disso, a tecnologia espacial tem aplicações em transporte, com o desenvolvimento de aviões e trens mais rápidos e eficientes, além de carros elétricos e híbridos. Também contribuiu para a defesa nacional, com o uso de satélites para a vigilância, reconhecimento e comunicação militar.

Em resumo, a Corrida Espacial teve um impacto significativo no avanço tecnológico e científico, com muitas de suas realizações sendo aplicadas em benefício da humanidade. As inovações desenvolvidas na busca pelo espaço são parte integrante da vida cotidiana das pessoas e contribuíram para tornar o mundo mais conectado.

5.1.3 Parte 3 - Movimento retilíneo uniformemente variado e lançamento de projéteis

Como objetivos de ensino, temos o entendimento dos movimentos acelerados em uma e duas dimensões. A parte 3 está estruturada como segue.

Objetivos de ensino:

- Entender os movimentos acelerados em uma e duas dimensões

Objetivos no projeto:

- Planejar o tipo e as características do foguete que será construído para a avaliação.

Conteúdos da aula:

- Conceito de movimento acelerado
- Conceito de velocidade média e velocidade instantânea
- Movimento em duas dimensões.
- Conceitos de alcance e altura máxima.
- Relações do MRUV e de Lançamento de projéteis.
- Possibilidade de propulsores para o foguete;

Estratégias:

Aula expositiva e dialogada.

Atividade computacional

Tempo:

100 min

Recursos didáticos:

Quadro

Simulador Movimento de Projétil

https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_all.html?locale=pt_BR

Etapa da construção do foguete:

Discutir e definir o mecanismo de propulsão do foguete.

Avaliação:

Retorno da atividade computacional.

Dinâmica da aula:

Uma aula expositiva dialogada englobando os conceitos das grandezas físicas de MRU, lançamento de projéteis e propulsores. Atividade computacional. Momento de discussão em grupo para elaboração do projeto.

No Quadro 3, podemos ver como esta parte foi idealizada.

Quadro 3 - Distribuição dos momentos para a Parte 3 da sequência didática.

Momentos	Descrição
Momento 1 30 min.	Grandezas do MRUV
Momento 2 20 min.	Lançamento de projéteis
Momento 3 40 min.	Phet - Lançamento de projéteis
Momento 4 10 min.	Discussão em grupo sobre a confecção do foguete.

Fonte: Autor (2023)

Dicas sobre o desenvolvimento:

Nessa aula, podemos trabalhar bem a ideia de ângulos com os estudantes, explicitando que o ângulo de lançamento deve ser 45° , visto que esse é o ângulo de maior alcance para o lançamento de projéteis. Devemos descrever bem a ideia de parábola, pois isso será usado bastante no lançamento. Para ajudar, é deixada uma pequena atividade no simulador Phet sobre lançamento de projéteis. Devemos pedir aos estudantes que planejem e anotem o que eles julgarem interessante para a parte prática. Como ao final será pedido um relatório, toda e qualquer informação contida nele será avaliada, principalmente o esboço do foguete, com as medidas e resultados esperados, de acordo com o conhecimento dos estudantes. Estamos focados em avaliar o aprendizado, e essas informações são importantes para sabermos se o objetivo foi cumprido ou não. No Anexo podemos encontrar informações sobre combustível do foguete de nível 3 e nível 4.

Material para o Professor:

Roteiro de Atividade no Simulador - [Movimento de Projétil](#)

- Introdução (5 minutos):
 - Divida os participantes em grupos e apresente o simulador online de lançamento de projéteis aos participantes.

- Forneça uma breve explicação sobre os conceitos de impulso, força de empuxo, massa, arrasto aerodinâmico e trajetória.
- Exploração do simulador (15 minutos):
 - Peça que explorem as diferentes configurações do simulador, como ângulo de lançamento, massa e tamanho do projétil, entre outros.
 - Incentive-os a fazer observações sobre como cada alteração afeta o voo do projétil escolhido, como a altura alcançada e a distância percorrida.
 - Incentive-os a coletar dados, como altura máxima atingida, tempo de voo e alcance horizontal.
 - Encoraje a experimentação e principalmente a anotação de resultados, visto que isso entrará no relatório final que será o objeto de avaliação.
- Experimentos com variáveis (30 minutos):
 - Desafie os participantes a otimizarem o desempenho do foguete, buscando alcançar a maior altura possível ou a maior distância horizontal.
 - Peça aos grupos que realizem uma série de lançamentos usando diferentes valores da variável atribuída e desenhem a trajetória do projétil.
 - Incentive os participantes a continuarem explorando o simulador online e a realizar pesquisas adicionais sobre o tema.

5.1.4 Parte 4 - Momento linear

Como objetivos de ensino temos o entendimento do conceito de momento linear e sua conservação e de impulso de uma força. A parte 4 está estruturada como segue.

Objetivos de ensino:

- Entender o conceito de momento linear e sua conservação
- Entender o conceito de impulso de uma força

Objetivos no projeto:

- Construir os aparatos que serão utilizados para a realização do lançamento.

Conteúdos da aula:

- Momento linear.
- Conservação do Momento Linear
- Impulso de uma força;

Estratégias:

Aula expositiva e dialogada.

Discussão em grupo.

Espaço não formal.

Tempo:

100 min

Recursos didáticos:

Quadro

Roteiro Cinemática de lançamento.

Foguetes confeccionados pelos estudantes.

Etapa da construção do foguete:

Análise prévia dos foguetes dos grupos.

Avaliação:

Hipóteses e discussão sobre o lançamento.

Respostas ao roteiro de cinemática do lançamento.

Dinâmica da aula:

Atividade em grupo para elaboração do projeto - resolução do roteiro para a elaboração de cinemática do lançamento, elaborado para direcionar a construção do projeto. O professor atuará como mediador durante toda a atividade.

No Quadro 4, podemos ver como esta parte foi idealizada.

Quadro 4 - Distribuição dos momentos para a Parte 4 da sequência didática.

Momentos	Descrição
Momento 1 30 min.	Conceitos de momento linear
Momento 2 20 min.	Conservação do momento linear
Momento 3 20 min.	Impulso de uma força
Momento 4 30 min.	Ajustes finais e planejamento do lançamento de foguetes

Fonte: Autor (2023)

Dicas sobre o desenvolvimento:

Nessa aula trabalhamos os conceitos acima descritos mas com ênfase no que será necessário para o lançamento do foguete, lembrando que os cálculos serão realizados nos resultados esperados e na parte do lançamento. Portanto, devemos trabalhar bem o conceito de cada um desses tópicos, relembrar sobre leis de Newton caso os estudantes tenham dúvidas, podemos falar também sobre como se dará o processo do impulso devido a terceira lei de Newton, e, a partir daí, desenvolver o formalismo da maneira que preferir. Trabalhando os conceitos de forma mais conceitual, abrimos possibilidades para discussões e, por se tratar da metade/parte final do projeto, pode ter bastante engajamento dos estudantes, principalmente para a confecção dos resultados esperados.

No Anexo tem algumas instruções sobre como se deve realizar o lançamento dos foguetes.

A sequência culmina na parte 5, onde são finalizados e testados os foguetes. Caso seja possível, uma última parte pode ser desenvolvida, em um evento de divulgação.

5.1.5 Parte 5 - Teste do lançamento dos foguetes

Como objetivos de ensino temos a sistematização dos conteúdos e como objetivo no projeto temos a elaboração do relatório final e do material de divulgação. A avaliação nessa parte é dada com a apresentação dos resultados da construção e lançamento de foguete, o relatório final do projeto e o esboço do material de divulgação. A parte 5 está estruturada como segue.

Objetivos de ensino:

Sistematização dos conteúdos

Objetivos no projeto:

Elaboração do relatório final e do material de divulgação.

Estratégias:

Trabalho em grupo

Espaço não formal

Tempo:

100 min

Etapa da construção do foguete:

Lançamento dos foguetes.

Avaliação:

Apresentação dos resultados

Relatório final do projeto

Esboço do material de divulgação

Dinâmica da aula:

Apresentação do projeto final dos grupos e do esboço do material de divulgação.

Lançamento do foguete.

Discussão dos resultados

No Quadro 5, podemos ver como esta parte foi idealizada.

Quadro 5 - Distribuição dos momentos para a Parte 5 da sequência didática.

Momentos	Descrição
Momento 1 30 min.	Apresentação do projeto final dos grupos e do esboço do material de divulgação.
Momento 2 20 min.	Lançamento dos foguetes
Momento 3 50 min.	Sistematização dos resultados

Fonte: Autor (2023)

Dicas sobre o desenvolvimento:

Essa é a última etapa do projeto, o lançamento dos foguetes e o fechamento do relatório que deverá ser entregue para avaliação. Este será o objeto de avaliação que será transformado em nota. Se desejarmos, podemos avaliar o lançamento também, algo como o comportamento, a atenção dos estudantes quanto às medidas de segurança, etc. Ao meu ver, só não encaixa muito bem a atribuição de pontos com base em ranking dos melhores foguetes, até porque o que estamos avaliando é a aprendizagem, e o relatório será a principal fonte de informação para que você seja capaz de quantizar isso.

Os materiais de divulgação, caso seja de fato realizado um evento de divulgação, também podem ser avaliados, visto que terão informações sobre o projeto, os foguetes e um pouco sobre a teoria desenvolvida em sala de aula.

A avaliação fica a critério do professor, dependendo da maneira em que ele desenvolveu as aulas da sequência, lembrando que a mesma pode ser pensada como um guia para o desenvolvimento de um projeto. Logo, adequações e mudanças podem ocorrer na maneira como o conteúdo será desenvolvido, embora não seja recomendado mudar o critério de avaliação.

5.1.6 Parte 6 - produto final e evento de divulgação

Como produto final do projeto, os estudantes deverão, além do relatório, produzir um material de divulgação sobre o que produziram, podendo ser um cartaz, vídeo, reels, etc.

O projeto pode culminar com uma apresentação dos trabalhos dos estudantes para a comunidade escolar. Este momento de divulgação seria em um horário extra classe, podendo ocorrer no pátio ou quadra da escola, no formato de um evento de divulgação. Os grupos irão competir entre eles em 4 categorias, para as quais serão premiados os 1º, 2º e 3º lugares.

As categorias são definidas como qual a melhor estratégia de física para atingir:

- Qual a melhor estratégia de física para atingir o maior alcance
- Qual a melhor estratégia de física para atingir a maior altura
- Qual a melhor estratégia de física para a melhor aerodinâmica
- Qual o melhor design

Será atribuído um prêmio de consolação para os grupos que não tiverem êxito no lançamento de foguete mas completaram todas as etapas do projeto.

6 PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A sequência tem como foco o desenvolvimento de um projeto que culmina com o lançamento de foguetes e a sistematização dos conteúdos, de modo que os conceitos de cinemática desenvolvidos sejam utilizados para a análise e aplicação do lançamento do foguete. Dessa maneira, os conceitos trabalhados darão significado às aulas de física, visto que lançar um foguete seria a maneira de avaliar o domínio dos estudantes sobre os conteúdos abordados, e eles teriam a autonomia de escolher a maneira que acharem melhor para realizar este feito.

As vantagens desse projeto, além de se encaixar em uma das competências da BNCC, é o aproveitamento dos conteúdos, onde o que se ensina está diretamente ligado ao significado do que se aprende. Desta forma, a sequência culmina na atividade de lançamento de foguetes. Outra vantagem é a característica de ser atrativa aos olhos dos estudantes, visto que é um experimento ao ar livre bastante chamativo.

Uma situação inicial deverá ser realizada para contextualizar o estudante na problematização inicial. Para isso pode ser feito um breve estudo sobre a corrida espacial, de modo a evidenciar a importância desse marco histórico para a humanidade, e algumas características importantes sobre ele, podendo ser trabalhado em conjunto com a disciplina de história para um aprofundamento maior no assunto. Após essa problematização inicial, será requerido aos estudantes que produzam um texto ou esboço apresentando a importância desse momento para a humanidade, e, assim, será introduzida a atividade principal de construção do foguete.

A turma será dividida em grupos, de modo a deixar a tarefa mais próxima das tipologias de Zabala (1998), no que diz respeito ao desenvolvimento da aprendizagem de conceitos e princípios, da aprendizagem procedimental e da aprendizagem atitudinal. O desenvolvimento da aprendizagem se dará através da apresentação dos diversos tópicos de cinemática e suas características. A aprendizagem procedimental está presente na idealização da proposta e sua discussão. A última, que é a aprendizagem atitudinal, está presente na responsabilidade de atuação do grupo, respeitando os colegas, e dando valor a opinião de cada um, para que assim eles sejam capazes de criar um projeto com a participação e opinião de todos os integrantes do grupo.

Após a divisão de grupos, será a hora de apresentar o projeto para os estudantes e seus objetivos, iniciando o desenvolvimento com uma contextualização sobre a corrida espacial e a importância do avanço tecnológico que provém deste momento histórico.

Após a contextualização será o momento de iniciar de fato o conteúdo de cinemática, falando sobre as grandezas presentes na cinemática e MRU. Em paralelo com os conceitos abordados será disponibilizado também o Roteiro de Confeção de Foguetes - OBA, que possibilitará assim a confecção dos foguetes e será pedido também um relatório por cada grupo, descrevendo as etapas do projeto, como construíram o foguete, como planejaram o lançamento, o esboço do foguete que construíram as aulas por mais que tenham um perfil mais tradicional, serão aplicadas diretamente na construção e no lançamento do foguete, portanto dando um significado ao método tradicional de aplicação direta do conhecimento.

Avançando com o conteúdo, será apresentado o conceito de Movimento retilíneo Uniformemente variado, e um simulador de lançamento de projéteis para se trabalhar os conceitos de altura, ângulo de disparo e movimento em duas dimensões (o guia para realizar a atividade prática no simulador está presente no apêndice). Por fim temos os conceitos de Quantidade de movimento e sua conservação e impulso que irá finalizar a parte conceitual do projeto, restando apenas os ajustes finais para o lançamento.

Para o lançamento devem ser seguidas as medidas de segurança presentes no Roteiro de Confeção de Foguetes - OBA que deverão ser passadas pelo professor para os estudantes. Os materiais de divulgação que serão criados pelos estudantes servirão como suporte para a apresentação do projeto como um todo para o restante da turma. Recomenda-se também que os estudantes façam 2 ou 3 foguetes visto que o lançamento pode acabar danificando o mesmo, dessa forma ter um reserva possibilita outros lançamentos. Os estudantes irão apresentar o foguete, os resultados que eles esperam alcançar com o lançamento, como: altura do foguete, aceleração, distância, ângulo de lançamento, etc. Após a apresentação, o foguete será lançado e, a partir das medidas obtidas pelos estudantes, juntamente com os cálculos, eles obterão os resultados finais. Portanto, deverão inserir essas informações no relatório, assim como a conclusão do mesmo.

Caso exista a possibilidade de se realizar um evento de divulgação, os estudantes poderão apresentar mais uma vez o projeto que desenvolveram, mas para toda a comunidade escolar.

7 REFLETINDO SOBRE O PROJETO

O principal objetivo deste capítulo é analisar como se dão as práticas experimentais da literatura dentro da metodologia por projetos e comparar com a proposta que foi desenvolvida nesse trabalho, apresentando reflexões e pareceres que reforçam a importância de se utilizar a prática como maneira de vivenciar o conteúdo no cotidiano dos estudantes.

7.1 Conversando com a Literatura

Da dissertação de Souza (2015), que foi utilizada na construção da proposta, podemos destacar alguns aspectos.

O projeto de Souza (2015) sobre uma oficina de aviões de papel, se assemelha com o projeto de lançamento de foguete na forma proposta, pela razão de ser um projeto que se atrela a um determinado conteúdo, e os estudantes têm contato direto com a parte experimental da física. Os resultados foram muito positivos por parte dos estudantes, que se divertiram no desenvolvimento do projeto e isso ajudou no processo de aprendizagem.

De acordo com Souza (2015), a estratégia de avaliação das escolas no âmbito geral que conhecemos, se resume a exames sistematizados, excludentes, classificatórios, que giram em torno de questões mecânicas, onde grande parte dos estudantes, memorizam o conteúdo para realizar o exame, e pouco tempo depois se esquecem daquilo que utilizaram.

Segundo Lakatos (2011, apud SOUZA, 2015, p. 36), a avaliação não pode ter um caráter tirânico na prática educativa, que ameaça e submete os estudantes. E ele complementa que exame e avaliação são coisas diferentes, a avaliação é amorosa, inclusiva, dinâmica, enquanto os exames, são excludentes, e ao invés de construtivos, são classificatórios. Em resumo, enquanto a avaliação inclui e constrói, o exame exclui e marginaliza.

Outro texto que me chamou a atenção foi o de Rocha (2020), que se trata de uma dissertação sobre ensino de física por projetos - competições envolvendo batalhas de robôs. O que chamou atenção foi a ideia de uma batalha de robôs em uma escola técnica onde os estudantes cursam o ensino técnico em Automação Industrial e Eletrônica, na qual o autor ministra suas aulas. Ele tem como objetivo desse projeto, dar significado às aulas tradicionais que ele realiza e, como o próprio autor diz, são saberes pouco explorados em aulas de quadro e giz.

O projeto foi desenvolvido, com o objetivo de dar significado às aulas tradicionais que o professor ministra. Em suas próprias palavras:

A construção dos robôs e a implementação das competições envolvem diversas atividades que desenvolvem os saberes pouco explorados em aula a

giz e lousa, como situações que envolvem extrair medidas, analisar variáveis, discutir e propor alternativas de solução. (ROCHA, 2020, p.10).

Esse fato constatado pelo autor é uma perspectiva que se encaixa com nossa proposta de desenvolvimento de um projeto, pois aulas tradicionais são algo necessário no ensino, seja para complementar os saberes, abrir contas, resolver exercícios, etc. Nossos trabalhos tentam lidar com essa realidade da melhor maneira possível, aceitando o fato de que, mesmo que o ensino por transmissão seja falho em desenvolver competências e habilidades necessárias para a vida do estudante, uma tentativa de atribuir significado a essas aulas pode ser uma alternativa interessante de se remediar esse ponto fraco da metodologia tradicional, no caso de Rocha, uma batalha de robôs, no caso deste trabalho, o lançamento de foguetes.

Bordin utilizou do software tracker e buscou analisar quais as potencialidades que ele possui para o ensino de física, no conteúdo de dinâmica, a utilização do software foi decidida por se tratar de um recurso acessível para qualquer pessoa que possua um computador, visto que a preocupação do autor com relação a experimentos de baixo custo é evidenciada no parágrafo a seguir:

Nós docentes de Física, precisamos nos atualizar e muitas vezes buscar alternativas a experimentos mediados por equipamentos que têm custos proibitivos. Para isso, podemos nos valer de movimentos criativos como a Cultura Maker, ou faça você-mesmo, que faz eco ao construcionismo de Papert (ARANTES, 2019), para viabilizar alternativas aos nossos alunos. (BORDIN, 2020, p. 24).

Além disso, também se tem a dificuldade que o autor evidencia ao se falar sobre o aprendizado de física no ensino médio, a abstração. Pois de fato, sem uma aplicação dos conhecimentos ou até mesmo ao utilizar apenas um exame de resolução de exercícios, não se tem uma real contextualização do que se está aprendendo, e com isso a física fica conhecida apenas como uma matéria em que para se aprender é necessário decorar fórmulas.

Da mesma maneira que Bordin tentou lidar com esse problema ao desenvolver sua oficina, utilizando de recursos tecnológicos, como o tracker e os smartphones, o planejamento contido nesse trabalho também conta com o mesmo artifício, embora seja com a utilização de um experimento “faça-você-mesmo” ao invés de TIC. Após serem contextualizados com uma breve história sobre lançamento de foguetes, e o porquê de o assunto ser importante para a ciência de uma maneira geral, os estudantes irão ser capazes de realizar a prática do lançamento o que possibilita vivenciar a física como parte do cotidiano ao invés de apenas se trabalhar com memorização de fórmulas e operações matemáticas.

E para não se ter um certo “engano” sobre a aprendizagem dos estudantes, a apresentação do foguete em conjunto com o seu lançamento e explicações sobre o que se observa relacionado a cinemática serão critérios de avaliação. Mas não se parando por aí, além de acompanhar o aluno durante o processo de construção do conhecimento, o lançamento será realizado do meio para o final da sequência para o objetivo de aproveitar o tempo para sanar as dúvidas que foram observadas referentes ao conteúdo e conseguir lidar com o não entendimento do mesmo.

Por fim, a oficina aplicada por Bordin superou suas expectativas quanto ao engajamento dos estudantes diante da prática experimental, o interesse foi evidenciado quando em suas palavras:

o formato e a interação foram tão agradáveis que, em determinado momento, estavam todos os participantes do curso em pé, interagindo com os seus colegas e discutindo vivamente que experimento fazer na sequência. (BORDIN, 2020, p. 89).

O que pode-se entender como uma potencialidade do uso de atividades experimentais de aplicação de conhecimento no ensino de física, característica essa que ostenta este trabalho.

Ao analisar a discussão de resultados do trabalho de Bucussi (2005), constatamos que ele inicia falando que o planejamento das aulas não precisa seguir fielmente as bases de currículos disponibilizadas pelo MEC, até porque o MEC não determina currículos e metodologias, ele passa diretrizes. O autor acrescenta que as mudanças curriculares propostas pelos professores estão embasadas no conhecimento que o professor tem de si mesmo e de como ele faz uso dos conceitos como ciência, ensino, aprendizagem e currículo. Essa afirmação de Bucussi (2005) é interessante, pois nosso trabalho vai neste sentido, não se baseando apenas em documentos. Em nossa proposta colocamos a cinemática no final do período letivo, dessa forma, os conceitos que se relacionam com o tema foram trabalhados previamente, facilitando a compreensão.

Bucussi (2005) afirma ainda que o papel de um professor envolve também o saber que se refere aos processos humanos relacionados aos indivíduos e ao seu ambiente sócio-cultural, ou seja, o saber do professor não deve envolver apenas o domínio da sua disciplina escolar, mas também de suas relações com as outras disciplinas presentes no ensino médio.

Uma dificuldade que é citada pelo autor é o desacordo entre a pesquisa em ensino de física e as dificuldades que, com frequência, encaramos no ato do magistério, como

deficiências cognitivas, a atitude desfavorável ao aprendizado, falta de perspectiva por parte dos estudantes e também a falta de interesse dos mesmos. Citando Rezende e Ostermann (apud BUCUSSI, 2005), enquanto o pesquisador se detém no estudo das dificuldades conceituais dos estudantes, entendidas, em geral, como concepções alternativas, tanto conceituais quanto epistemológicas, o professor se ressentia principalmente da precariedade da formação do aluno no ensino fundamental como, por exemplo, das dificuldades relacionadas às linguagens matemática e escrita; principalmente em se falando de estudantes do período noturno.

Nosso trabalho também está em concordância com os resultados encontrados por Bucussi, além da similaridade relativa à mudança de currículo, também pela diversidade de metodologias que contém, deixando claro o compromisso desse trabalho com o processo de ensino aprendizagem.

Como justificativa da utilização de ensino por projetos, Barp (2016) enfatiza que com esta metodologia é possível, através da formação inicial ou continuada, formar docentes mais reflexivos e discentes mais proativos, que sejam capazes de buscar por si mesmos as respostas para as suas necessidades e curiosidades, selecionando as informações para complementar sua aprendizagem e torná-la significativa, como propõe Ausubel.

O autor propõe um mini projeto de pesquisa sobre um tema de física no 9º ano do Ensino Fundamental, utilizando o ensino por projetos, onde o professor é o coadjuvante no processo, tornando o aluno ativo e construtor do próprio conhecimento. Barp (2016) dividiu a turma em grupos e sugeriu alguns temas para os estudantes pesquisarem. Foram utilizados livros didáticos, sites da internet, revistas e artigos para desenvolver a pesquisa e foi incluída também a construção de equipamentos simples como maquetes, demonstrações etc. Ao final, houve também a construção de um pôster onde cada um dos grupos iria utilizar para compartilhar com o resto da turma a pesquisa que realizaram e os conhecimentos que construíram.

O processo, segundo o autor, por mais que não tenha sido possível inferir que todos os estudantes tenham conseguido internalizar os conceitos no mesmo nível (por razão de falta de tempo e interrupção da proposta por conta das provas trimestrais), foi satisfatório, pois foram poucos os erros conceituais que surgiram mediante as apresentações e, quando surgiram, foi possível esclarecer no mesmo momento. Ou seja, o trabalho autônomo desenvolvido pelos estudantes ao longo do processo de pesquisa e discussão nos grupos menores permitiu que os mesmos construíssem um conhecimento sobre os temas físicos que escolheram e internalizassem de maneira significativa, pois, segundo o autor, mesmo quando indagados

sobre esses conhecimentos, os estudantes conseguiram argumentar e defender suas ideias no campo do pensamento científico.

Essa metodologia favorece bastante a aprendizagem significativa e foge dos padrões convencionais de ensino tradicional, tendo a possibilidade de o aluno se desenvolver como atuante ativo e reflexivo da sociedade em que vivemos, que é um dos objetivos presentes na sequência elaborada no nosso trabalho.

Finalizamos nossa reflexão com os autores acima. Em relação ao trabalho de Lopes Neto (2016), embora apresente um manual para elaboração e diversas propostas de projetos em ensino de física, no momento da análise destes trabalhos nosso projeto já estava estruturado.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chegando ao final desse trabalho, existem algumas considerações acerca do próprio projeto, como:

A eficácia desta sequência dependerá não apenas dos assuntos e da abordagem utilizada pelo professor, mas também da dedicação e aprendizado dos estudantes. Por essa razão, é importante deixar claro ao apresentar um conceito novo aos estudantes, a relevância e relação do mesmo para o lançamento de foguetes. Dessa forma, as aulas, testes de lançamento, e discussões, ocorrem em torno do projeto com a intenção de melhorar ainda mais as capacidades do aluno com relação ao planejamento, sua relação com os colegas, e também a sua capacidade de aprender e conhecer coisas novas.

Outra recomendação seria a abordagem interdisciplinar. Por exemplo, é possível trabalhar a parte de combustíveis com a disciplina de química, visto que se pode lançar um foguete com o uso de bicarbonato de sódio e vinagre. Ou artes, já que customizar o foguete fica a critério do grupo, e abre a possibilidade para um outro objeto de avaliação. Dessa forma, para aqueles estudantes que não se dão muito bem com a parte da matemática, cálculos, etc, que podem não ter se sentido tão úteis quanto os colegas, também se sintam incluídos no projeto.

Em contrapartida, o projeto pode apresentar dificuldades em manter o foco e a atratividade dos estudantes, por se tratar de tudo girar em torno do lançamento de foguetes, pode-se perder o interesse pela monotonia, portanto cabe ao professor identificar se essa situação está acontecendo e como conseguir ganhar o novamente o interesse dos estudantes ou evitar que isso aconteça.

Com base nas inquietações que foram mostradas no tópico 3.2 que fala sobre os procedimentos de reflexão, temos assim as respostas que busquei para as perguntas que foram deixadas:

- Ensino por projetos
 - Como eles trataram o currículo disciplinar: alterando o mesmo ou adaptando o projeto aos componentes curriculares?

Depende bastante do conhecimento que o professor tem de si, visto que a adaptação aos componentes curriculares acontece, mas não é utilizada por todos os autores que foram analisados.

- Como os autores apresentam a relação teoria e prática no desenrolar do projeto?

Dando significado ao que se aprende, mesmo com o uso de aulas tradicionais em sua maior parte durante as ministrações, experimentos e projetos foram desenvolvidos para lidar com esse ponto fraco das aulas tradicionais fazendo assim uma relação bastante íntima entre a prática e a teoria.

- Nos trabalhos analisados, os autores apresentam a relação que os estudantes fizeram com o cotidiano?

Não de maneira direta, mas a contextualização dos autores serviram de pontapé inicial para as discussões que os mesmos trazem, dessa forma fazendo o seu papel de “porque estamos estudando sobre isso?”. O foco dos autores é a sequência desenvolvida e os resultados pertinentes para a pesquisa que realizaram, dito isso, eles não se concentram muito em explicar com uma riqueza de detalhes sobre a contextualização, fazendo dela apenas uma desculpa para se trabalhar com o conteúdo.

- Avaliação

- Qual será a relação entre a avaliação com o ensino tradicional, quadro e giz, que comumente vemos?

Os autores mostram a mesma inquietação que eu nesse aspecto, o ensino por transmissão junto de um exame, é algo que comumente vemos acontecendo no ato do magistério, mas ao se trabalhar com uma metodologia ou estratégia como o ensino por projetos, uma avaliação alternativa se faz necessária, portanto na minha perspectiva, um ensino tradicional junto de um exame, se mostra interessante para preparar os estudantes para exames mais difíceis como o ENEM ou o PAS.

- Será que uma estratégia de ensino diferenciada poderia vir a ser também uma forma alternativa de avaliação?

A partir do momento em que há uma mudança na estratégia ou metodologia de trabalho de um determinado tópico, faz-se necessário mudar o instrumento de avaliação, pois, se o objetivo não é treinar os estudantes para realizar uma boa prova ou exame mais rigoroso, outro objetivo toma o seu lugar, e para checar se esse objetivo foi cumprido ou não, outro tipo de avaliação se faz mais eficaz. Logo, uma estratégia de ensino diferenciada, traz junto de si uma avaliação alternativa.

REFERÊNCIAS

ANDREWS, J. T.; SIDDIQI, A. A. **Into the Cosmos: Space exploration and Soviet culture.** p. 15-27, 266-268. University of Pittsburgh Press, 2011.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em:
http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: outubro de 2021.

LOGSDON, J. M. Space exploration. Encyclopedia Britannica, 6 Jun. 2022. Disponível em: Space exploration | History, Definition, & Facts | Britannica. Acesso em: julho de 2022. korolev.

LUCKESI, C. C. Verificação ou avaliação: o que pratica a escola?. Caderno Idéias. São Paulo: FDE - Fundação para o Desenvolvimento da Educação, 1990, v. 8, p. 71-80.

ROCHA, D. S. R. Ensino de Física por Projetos: competições envolvendo batalhas de robôs. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do ABC, São Paulo, SP. 2020, Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=10474633, Acesso em 13 set. 2022.

SOUZA, E. J. **O Uso de Jogos e Simulação Computacional Como Instrumento de Aprendizagem:** Campeonato de Aviões de Papel e o Ensino de Hidrodinâmica. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2015. Acesso em 13 de set. 2022

ZABALA, A. A Prática Educativa: Como ensinar. Tradução de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ARTMED, 1998. Acesso em 13 de set. 2022

BARP, J. Uma proposta de trabalho orientada por projetos de pesquisa para introduzir temas de física no 9o ano do ensino fundamental. lume.ufrgs.br, 2016. Acesso em 13 de set. 2022

BORDIN, G. D. Potencialidades de uso do software de videoanálise Tracker no ensino de física. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5124>. Acesso em: 22 jun. 2023. Acesso em 13 de set. 2022

BUCUSSI, A. A. Projetos curriculares interdisciplinares e a temática da energia. lume.ufrgs.br, 2005. Acesso em 13 de set. 2022

ANTONIO ROMERO, L. N. Ensino por projetos : desafios e construção de protótipos como complementação às aulas de laboratório. Disponível em: http://biblioteca.ufabc.edu.br/index.php?codigo_sophia=103896. Acesso em 13 de set. 2022.

ANEXO

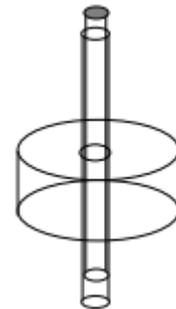
FOGUETE DO NÍVEL 1.

Abaixo fornecemos uma orientação genérica sobre como construir e lançar um “foguetete” constituído de um simples canudinho de refrigerante. Todos os alunos deverão construir e MELHORAR o “foguetete” que descrevemos abaixo, tal que o mesmo vá o mais longe possível. A distância deve ser medida entre o local de lançamento e o local onde parou o foguete, medido ao longo da horizontal.

Regra básica de segurança: NUNCA lance ou permita que lancem foguetes, mesmo de canudo de refrigerante, na direção de pessoas ou animais. Estas atividades devem ser sempre supervisionadas por adultos!

1. Providencie um canudinho de refrigerante fino e outro grosso, tal que o fino se encaixe dentro do grosso o mais justinho possível. Veja na figura ao lado uma tampinha de refrigerante com os canudinhos já encaixados e fora de escala.

2. Feche uma das pontas do canudo fino, por exemplo, com um pedaço de palito de fósforo contendo a respectiva cabeça. Além de vedar o canudinho, o peso do pedaço do palito de fósforo na ponta do “foguetete-canudinho” faz com que o centro de massa do foguete fique na metade superior dele, o que estabiliza o voo.



Métodos de lançamentos:

1º Método: Coloque o canudo fino vedado dentro do canudo grosso. Sopre fortemente na extremidade inferior do canudo grosso e verá o canudinho-foguete, fino, ser lançado para longe. Meça a distância entre você e aonde ele chegou. Varie o ângulo de lançamento e faça o foguete-canudinho ir ainda mais longe.

2º Método: Providencie uma garrafa de refrigerante vazia de qualquer volume. Faça um furo em sua tampinha tal que por ele você consiga passar justinho o canudo grosso até a metade dele. O canudo tem que entrar justinho ou até um pouquinho apertado. Por isso faça um furo fininho e vá alargando com a ponta da tesoura. Isso é muito fácil de fazer. Coloque o canudinho fino dentro do canudo grosso que está preso na tampa da garrafa. APERTE subitamente a garrafa e verá o foguete-canudinho ser lançado para ainda mais longe do que quando soprado. Varie o ângulo de lançamento, varie o tamanho do pedaço do palito de fósforo que está na ponta do foguete, varie o tamanho da garrafa, etc e descubra como fazer para o foguete ir ainda mais longe.

3º Método: Tampe uma das pontas do canudo grosso, por exemplo com uma bolinha de papel alumínio e neste caso pode até colocar 3 ou 4 asinhas na outra ponta do canudo grosso. Coloque o canudo fino dentro do grosso e sopre fortemente dentro do canudo fino que ele fará o canudo grosso voar longe.

4º Método: INVENTE VOCÊ MESMO! Um exemplo de como fazer esse foguete pode ser visto no filme <http://pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/foguete-da-oba/272> Procurando na internet verá muitos outros exemplos de confecção e lançamentos destes foguetes do nível 1.

FOGUETE DO NÍVEL 2

Abaixo, damos uma orientação genérica sobre como construir e lançar um “foguetete” constituído de um simples tubinho de cartolina ou papel na forma de foguete. Todos os alunos deverão construir e MELHORAR o “foguetete” que descrevemos abaixo, tal que o mesmo vá o *mais longe possível*. A distância deve ser medida entre o local de lançamento e o local onde chegou o foguete medido ao longo da horizontal.

Regra básica de segurança: NUNCA lance ou permita que lancem foguetes, mesmo de tubo de papel, na direção de pessoas ou animais. Estas atividades devem ser sempre supervisionadas por adultos!

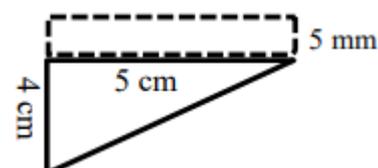
Lista de materiais: Garrafa PET (qualquer volume), tubo de pvc marrom de 20 mm de diâmetro e 25 cm de comprimento, cartolina (ou papel), cola, régua, tesoura, fita crepe, papel alumínio.

1. Enrole ao redor de uma das pontas do tubo de pvc, algumas voltas de fita crepe, de tal forma que esta ponta entre apertada na boca da garrafa pet. Veja as figuras ao lado. Esta é a base de lançamento do foguete.



2. Recorte um retângulo de cartolina de 8 cm de largura e 20 cm de altura. Enrole-o ao redor do tubo de pvc para fazer um tubo de papelão de 2 cm de diâmetro e 20 cm de altura. Mantendo o tubo de pvc dentro do tubo de cartolina passe ao redor deste, anéis de fita adesiva para fixar o tubo de cartolina; depois coloque fita adesiva ao longo do comprimento do tubo de cartolina sobre a emenda da cartolina.

3. Em seguida prepare três ou quatro aletas, aproximadamente com as dimensões mostradas na figura ao abaixo. O retângulo pontilhado deve ser dobrado perpendicularmente à aleta. No retângulo pontilhado coloque cola (ou fita adesiva dupla face) e fixe-o sobre uma das pontas do tubo de cartolina. Faça o mesmo com as outras duas aletas, deixando-as equidistantes umas das outras.



4. Retire o tubo de pvc de dentro do tubo de cartolina. Faça uma bolinha de papel alumínio com um pouco mais 2 cm de diâmetro e “soque” esta bolinha de papel alumínio, de forma que ela tampará a ponta do foguete. Use cola se necessário. A bolinha de papel alumínio tem a função de tampar e adicionar um “peso” na ponta do foguete para estabilizar o seu voo. Se quiser pode fazer uma ponta cônica para o foguete, como mostra a foto ao lado, mas isso não é fundamental. Isso pode dar algum trabalho, mas ainda assim precisará colocar a bolinha de papel alumínio debaixo desta ponta, para dar estabilidade ao voo do foguete. Na foto já estão coladas as três aletas (a terceira não está visível) e o bico cônico (opcional).

5. Forma de lançamento do foguete: Coloque o foguete sobre o tubo de pvc, o qual já está fixado na boca da garrafa PET como mostra a foto ao lado. Incline de 45 graus o foguete. APERTE subitamente a garrafa e veja o foguete ser lançado longe. Observação: Varie o ângulo de lançamento, o tamanho da garrafa, o comprimento do foguete, o tamanho e número das aletas, o peso da bola da ponta etc e descubra como fazer para que ele vá o mais longe possível.

FOGUETE DO NÍVEL 3.

Abaixo damos uma orientação genérica sobre como construir e lançar um foguete constituído de uma garrafa PET. Todos os alunos (ou grupos de alunos) deverão construir e MELHORAR o foguete que descrevemos abaixo, tal que o mesmo vá o mais longe possível. Melhorar inclui fazer foguetes de múltiplos estágios! A distância deve ser medida entre o local de lançamento e o local onde chegou o foguete (ou seu último estágio) ao longo da horizontal. Os resultados serão enviados junto com os resultados das provas da OBA. Regra básica de segurança: NUNCA lance ou permita que lancem foguetes na direção de pessoas, animais, carros, casas etc. Estas atividades devem ser sempre supervisionadas por adultos! Sempre use amplos espaços para os lançamentos!

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.

Teoria: 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 vá. Este é o princípio da famosa lei da Física chamada “lei da ação e reação”. Nesta atividade vamos usar este princípio!

Combustível. No foguete do nível 3 somente é permitido usar ÁGUA E AR COMPRIMIDO colocado manualmente através de uma bomba manual de encher pneus de bicicletas. Não pode usar compressores elétricos!

Tubeira. O objetivo da tubeira é melhorar o empuxo. Neste trabalho a tubeira é o próprio gargalo da garrafa pet, mas nada impede de se variar o diâmetro deste “bocal” ou se fazer, de fato, uma tubeira.

Centro de massa. Todo corpo, sem importar seu tamanho, massa ou forma, tem um ponto chamado centro de massa (CM) ou centro de gravidade. O CM de uma vassoura, por exemplo, é o ponto no qual devemos apoiá-la para que ela fique na horizontal.

Centro de pressão. O centro de pressão (CP) existe somente quando o ar está passando pelo foguete em movimento. O ar em movimento bate com maior força na cauda do que na ponta, e, portanto, a cauda sofre um “arrasto” ou resistência maior. Esta também é a razão para a cauda ter maior área do que a “ponta” do foguete. O centro de pressão está entre o centro de massa e a cauda do foguete. É importante que o centro de pressão do foguete esteja mais próximo da cauda e o centro de massa mais perto do bico. Se estiverem no mesmo lugar ou muito próximos um do outro, o foguete apresenta voo instável.

EMPENAS. As empenas (ou aletas) de um foguete servem para estabilizar o voo do foguete. Elas devem ser fabricadas com material leve, rígido e fino, como por exemplo, placas de plástico ou de papelão. As empenas mantêm o centro de pressão atrás do centro de massa resultando num voo estável.

A construção do foguete de garrafa PET e sua base de lançamentos.

A ponta do foguete. Selecione duas garrafas idênticas de, aproximadamente, 2 litros, de paredes retas, ou seja, não serve da Coca-Cola, pois estas têm “cinturas”. Corte uma delas a, aproximadamente, 15 ou 20 cm da sua boca. Coloque, aproximadamente, 50 g de água dentro de um balão de aniversário, isto é obtido com um volume de água semelhante ao volume de um ovo de galinha médio ou pequeno. Amarre a ponta deste “saquinho” de água e passe a ponta pelo interior do bico da garrafa cortada. Em seguida coloque a tampinha na boca da

garrafa prendendo junto o bico do balão. Este peso da ponta é parâmetro livre. Varie-o para descobrir qual é o melhor “peso” que fará o foguete ir mais longe. Veja Fig. 1. Note que o foguete também voa sem este peso na ponta. Ele pode ajudar na estabilidade.

Empenas. Na Fig. 2 mostramos um esquema, a título de sugestão, do formato das 3 (ou mais) empenas do foguete. Antes de iniciar o corte da empena, faça um retângulo com 2 cm de base e altura igual à da aleta e divida 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, como mostra a Fig. 3. Dobre 2 cm para o lado esquerdo e 2 cm para o lado direito, conforme mostra a Fig. 4. Atenção: só podemos fixar as aletas no próprio corpo do foguete porque recortamos o “bico” da primeira garrafa com comprimento longo, ou seja, de 15 a 20 cm. Fixe as três aletas dispostas a 120° uma da outra, próximas ao bico da garrafa não cortada. Lembre-se que o combustível do foguete sairá por esta boca como mostra a Fig. 5. As aletas precisam estar muito bem fixadas no corpo do foguete. Use, por exemplo, fitas adesivas de dupla face. Outra alternativa, mais segura, porém um pouco mais trabalhosa é preparar uma “saia” e fixar as aletas na saia e esta na boca do foguete. A “saia” é obtida recortando-se do corpo da garrafa de onde se retirou o bico, um “anel” com 12 cm de altura. Nesta “saia” faça três cortes com altura igual à altura das aletas e dispostos equidistantes uns dos outros. As aletas são, então, enfiadas de dentro para fora desta saia. As “abas” das aletas são fixadas na parte interna da saia. Depois basta fixar a saia perto da boca do foguete. A vantagem é que a saia com as aletas pode ser colocada em qualquer outro foguete que se faça e não há perigo das aletas se desprenderem do corpo do foguete, pois estão presas por dentro da saia.

O foguete. Encaixe a parte recortada da garrafa (bico) (Fig. 1) no fundo da outra garrafa do mesmo tipo, não recortada, e fixe-as com fita adesiva. Está pronto seu foguete.

A base de lançamento. A base será construída com 5 canos de pvc marrons de 20 mm de diâmetro, sendo dois pedaços de 20 cm, um pedaço de 25 cm e dois pedaços de 10 cm de comprimento, como mostra a figura 6. Os canos serão conectados entre si usando-se 2 “caps”, 2 “joelhos ou cotovelos” e 1 “te”, como mostra a figura 7. Os pedaços de 10 cm são conectados num “te” e nos “joelhos”. Os dois pedaços de 20 cm são conectados nestes “joelhos” e tapados com os caps. O pedaço de 25 cm, ou tubo de lançamento, é conectado primeiro no “te”, depois, colado nos pedaços de 10 cm, inclinado de 45 graus em relação à base. Veja detalhes abaixo. Coloque cola na parte interna das conexões e nas pontas dos canos que entrarão nelas. Isso facilita a entrada dos canos nas conexões além de colá-las firmemente. Veja a disposição destas peças na Fig. 8.

Válvula de pneu de bicicleta. Fure um dos “caps” com o mesmo diâmetro da válvula de pneu de bicicleta. Coloque dentro e fora do “cap” um quadradinho de 2 x 2 cm de câmara de ar de pneu de bicicleta, e atravesse-os pela válvula. Do lado de fora coloque a arruela que já vem com a válvula e sobre esta coloque as porcas que também já vêm com a válvula. Aperte tudo o máximo possível para que o ar não saia. Veja detalhes na Fig. 9. Observação. O furo pode ser feito com um prego bem aquecido. Depois vá alargando lentamente o furo até que o bico da válvula passe apertado pelo furo.

Acessórios. Na Fig. 10 mostramos alguns dos acessórios que serão necessários, tais como, tesoura, régua, vaselina em pasta, esparadrapo de algodão de 5 cm de largura, cola de pvc, caneta que marca plástico, barbante, chave de fenda (a chave de “boca” é mais adequada) e fita adesiva, além do prego aquecido para furar o cap por onde passa a válvula de pneu de bicicleta.

Colando as conexões. Para facilitar a colocação das conexões nos canos, sugerimos determinar a profundidade da conexão e marcar esta profundidade nas pontas de todos os canos. A cola deve ser colocada de forma abundante primeiro dentro da conexão e depois na ponta do cano que entrará na mesma, também e forma abundante e homogênea. Veja a Fig. 11.

O tubo de lançamento. Sugerimos a seguinte sequência de montagem da base. Coloque os caps e os cotovelos nos canos de 20 cm, depois coloque os canos de 10 cm nos cotovelos. Coloque o cano de 25 cm no centro do “tê”. Deixe por último a colocação do “tê” nos dois canos de 10 cm. No centro da base, inclinado de 45°, cole o tubo de lançamento (tubo de 25 cm de comprimento), pois ele fica dentro do foguete. Corte um quadrado de papelão de 20 x 20 cm e em seguida corte-o na diagonal. Use uma das partes como um esquadro para colocar o tubo de lançamento em 45°. Veja na Fig. 12 a base montada, mas faltando a vedação e o gatilho.

Eliminando a folga entre o tubo e a boca do foguete. O diâmetro do tubo de lançamento (20 mm) é ligeiramente menor do que o diâmetro interno do bocal do foguete. Este estará sob alta pressão e não poderá haver vazamento de ar, por isso sugerimos o seguinte procedimento para tirar a “folga” que existe entre o tubo e a boca do foguete. A 8 cm acima do “tê”, ao longo do tubo de 25 cm coloque o anel de um bico de balão de aniversário número 6,5”. Veja detalhe na Fig. 13. Sobre este bico coloque uma volta completa de esparadrapo de algodão com 5 cm de largura, bem preso ao tubo. Veja a Fig. 14. Lembre-se de passar vaselina ou sabão sobre o esparadrapo e dentro da boca da garrafa antes de fazer esta passar sobre o bico do balão de aniversário que está debaixo do esparadrapo. Esta lubrificação é fundamental.

Caso seja possível o desenvolvimento de um evento de divulgação, lembre os estudantes que essa parte é um evento de exibição, onde, além de mostrarem o conhecimento que desenvolveram ao longo do projeto, o produto final (relatório e foguete) será apresentado por cada um dos grupos, da mesma maneira que o lançamento. Quando forem lançados, você, professor, irá deixar claro para quem estiver assistindo os critérios a serem seguidos e as medidas de segurança para que ninguém se machuque, por exemplo, ter uma distância entre a plateia e os lançadores (10m) para que não corra o risco de o foguete acertar alguém, ou de simplesmente dar um banho de vinagre nas pessoas ao redor, o que chega a ser bastante desagradável.

O evento não precisa se limitar apenas ao lançamento de foguetes. Professores das outras áreas podem também compartilhar do momento e serem encorajados a realizar algum tipo de atividade para ser exibida no evento. Quanto mais atividades, mais interessante será para todos os presentes.

Gatilho – parte 1. Para que o foguete saia da base somente quando desejarmos, precisamos prendê-lo firmemente à base de lançamento. Para tanto sugerimos colocar 8 abraçadeiras de nylon, com cabeças de 3,6 mm colocadas simetricamente ao redor do tubo de lançamento como mostra a Fig. 15. Note que o “queixo” da cabeça da braçadeira de nylon está 1 cm acima do bico do balão, logo, o “rabicho” da braçadeira será de 9 cm, medido a partir do início do “tê”, como mostra a Fig. 15. Estas abraçadeiras de nylon são vendidas em várias dimensões das cabeças e dos respectivos rabichos. O importante é a cabeça ter 3,6 mm, pois o

rabicho será cortado com 9 cm de comprimento a partir do “queixo” da cabeça. Para fixar as abraçadeiras de nylon use uma ou duas abraçadeiras de metal que abre até 1 polegada, conforme mostra a Fig. 16. Aperte-a bem com uma chave de fenda, ou melhor ainda, com uma de boca.

Gatilho – parte 2. Na Fig. 17 mostramos onde posicionar as 8 “cabeças” das abraçadeiras de nylon sobre o anel de sustentação da garrafa, isto é, o “queixo” das 8 “cabeças” de nylon devem ficar encostadas no anel de sustentação. Porém isso ainda não prende o foguete quando pressurizado na base de lançamento. Para isso corte um pedaço de cano branco, usado nos esgotos, de 4 cm de diâmetro com 4 cm de comprimento e faça dois furos diametralmente opostos, próximos de uma de suas extremidades, como mostra a Fig. 18. Amarre um barbante de 20 cm de comprimento entre estes furos e depois amarre outro com cerca de 4 ou 5 m de comprimento a partir daquele de 20 cm como mostra a Fig. 18.

Gatilho – parte 3. A Fig. 19 mostra o anel branco posicionado corretamente sobre as 8 (e não 4 como aparecem nas fotos da Fig. 19) cabeças de nylon, as quais, por sua vez, estão tocando o anel de sustentação da boca da garrafa, isto é, do foguete. Quando pressurizado o foguete, estique o barbante de 4 ou 5 m para trás do foguete e ao final da contagem regressiva puxe o barbante, o suficiente para ele baixar o anel branco. Neste instante o foguete sairá violentamente da base de lançamento.

Fixação da base sobre o solo. É fundamental que a base esteja presa firmemente ao solo através de duas ou três estacas metálicas que possam ser enterrados no solo. Recomendamos usar grampos de ferro com o formato mostrado na Fig. 20, com cerca de 15 cm de comprimento e diâmetro de 4 ou 5 mm. Fixe um grampo perto de cada CAP e outro perto da conexão em forma de “T”.

Combustível do Foguete do Nível 3. O combustível do foguete do nível 3 será somente ÁGUA E AR COMPRIMIDO inserido no foguete através de uma bomba de encher pneu de bicicleta. Foguetes com água e ar pressurizado atingem facilmente cerca de 100 metros, logo, demandam espaços adequados para lançamentos. “Carregando” o foguete do nível 3 com o combustível. Conecte o bico da bomba de encher pneu de bicicleta na válvula que está na base sobre um dos CAPs. Afaste todas as pessoas por cerca de 10 metros atrás do local de onde está o foguete. Não lance o foguete em ruas ou avenidas. Use grandes espaços abertos e vazios, pois este foguete vai facilmente a 100 metros de distância ou mais. Fique atento. Não espere ocorrer acidentes para ser precavido.

Preparando o lançamento. Escolha um local preferencialmente gramado. Tenha em mãos um martelo e os três grampos de metal como mostramos na Fig. 20. Escolha cuidadosamente a direção de lançamento. NUNCA lance o foguete na vertical. Confira que o “gatilho” esteja bem preso ao redor da boca do foguete. Estique o barbante completamente fazendo sempre passar por debaixo da base de lançamento.

Lançando o foguete. Estando o foguete devidamente fixado na base e esta devidamente fixada no chão com os grampos (não use pedras sobre a base), inclinado em 45°, e apontando numa direção livre de pessoas ou bem móveis ou imóveis, então, mantendo todos afastados 10 m do foguete, explique a todos que após a pressurização do foguete, que devem fazer juntos uma contagem regressiva de 5 a 1 e gritarem após o 1: “lançar”! Neste momento puxe suavemente o barbante. Feito isso o foguete sai violentamente da base lançando a água e o ar comprimido para trás e indo para frente num movimento parabólico, atingindo cerca de 50 a 100 metros. Há uma combinação ideal de tamanho das aletas, direção do vento, tamanho,

peso, quantidade e posição das aletas, valor do peso da ponta, acabamento, água, pressão etc, que permite que o foguete atinja distâncias maiores, porém a pressão é o fator mais importante e de fácil variação para que o foguete vá o mais longe possível. A Fig. 21 mostra o foguete pronto e preso na base de lançamento.

Observações. Sugerimos que sejam feitos lançamentos de testes iniciais e só após estes é que o professor coordenador desta atividade na Escola deve marcar um dia para lançamentos oficiais, ou seja, com lançamentos cujas distâncias entre a base e o local onde parou o foguete serão registradas e enviadas para a Comissão Organizadora da MOBFOG. Esta distância deverá ser registrada e enviada juntamente com os dados dos alunos participantes para a OBA, juntamente com o pacote de provas da OBA.



Fig. 1. Detalhe do "peso" preso dentro da ponta do foguete

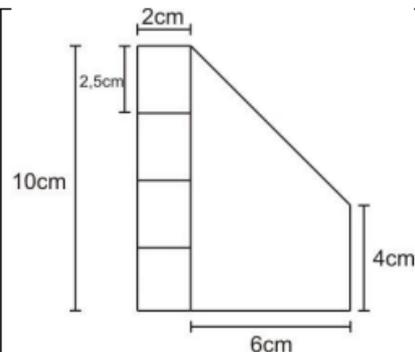


Fig. 2. Dimensões e formato da aleta



Fig. 3. Detalhe do corte da aleta

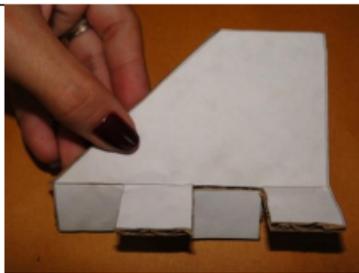


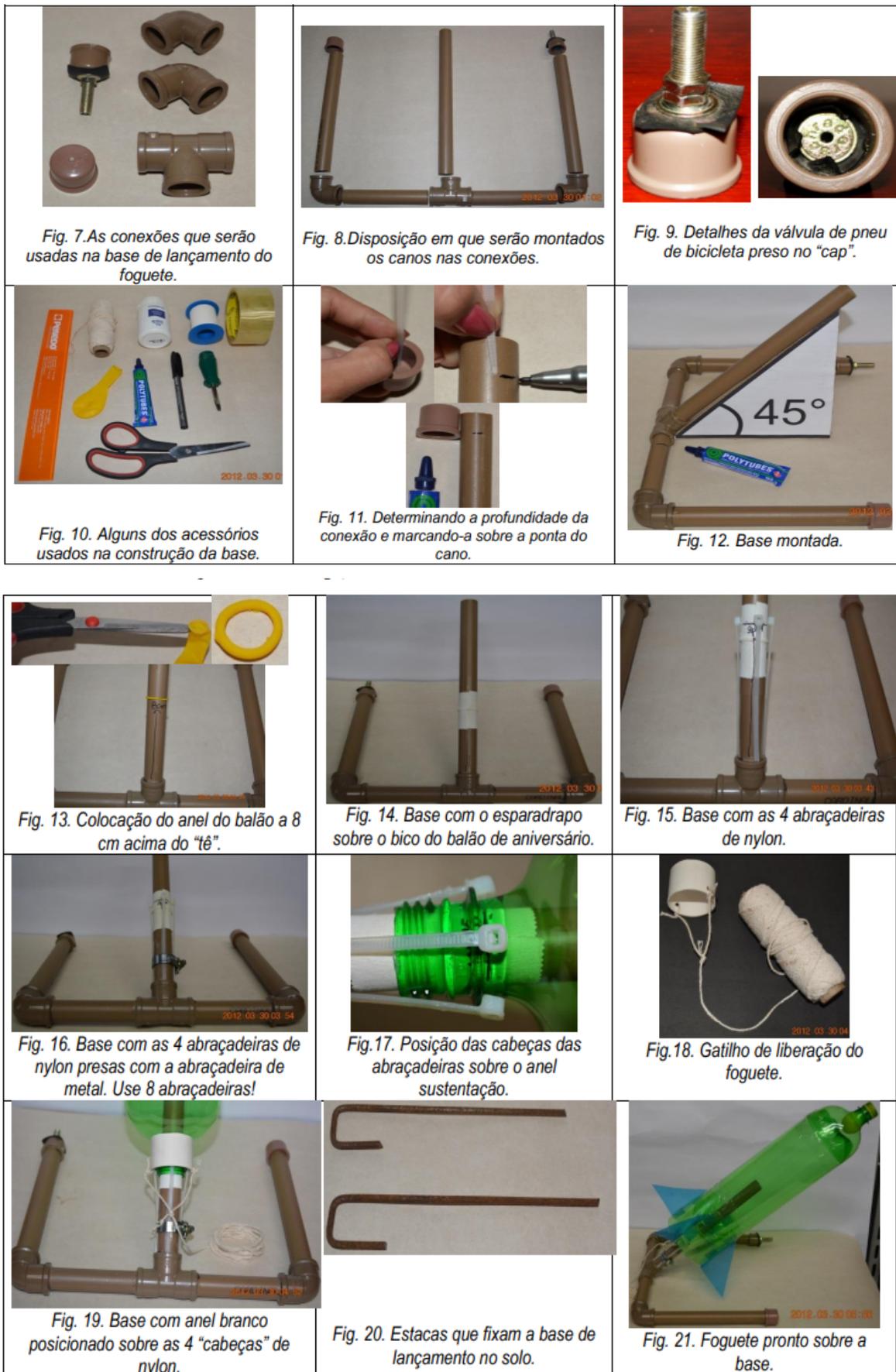
Fig. 4. Aleta pronta para ser fixada



Fig. 5. Bico e foguete com aletas presas.



Fig. 6. Os canos da base.



FOGUETE DO NÍVEL 4

O foguete e a base de lançamento do nível 4 são os mesmos do nível 3, descritos acima.

As únicas diferenças são:

- 1) o combustível do nível 4 é constituído por vinagre de concentração de 4% (ácido acético) e bicarbonato de sódio (vendidos em casas de ração para animais);
- 2) não se usa a bomba de encher pneus para pressurizar o foguete e
- 3) no centro do cano de lançamento da base deve-se colocar uma ou duas varetas de churrasco bem pontiagudas.

Veja os detalhes abaixo, especialmente quanto ao carregamento do foguete, fixação do mesmo na base, esta no solo e lançamento.

Combustível. Enquanto no nível 3 o combustível só pode ser o água e ar comprimido, pressurizado manualmente, através de uma bomba manual de encher pneus de bicicletas, no nível 4, para que o foguete vá mais longe e seja mais parecido ainda com um foguete de verdade, ele deve ser carregado com vinagre e bicarbonato (que também está contido no fermento em pó – Royal de preferência). Estas duas substâncias quando em contato geram instantaneamente um gás que pressuriza o foguete. A melhor combinação das quantidades de vinagre e bicarbonato de sódio fica a cargo dos participantes descobrirem para que o foguete vá o mais longe possível.

Segurança em primeiro lugar. Equipamentos obrigatórios de segurança: óculos de segurança, capa de chuva 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, como por exemplo, campos de futebol, pastos etc.

Carregando o foguete com combustível. O combustível do foguete será a mistura de vinagre 4% e bicarbonato de sódio (puro ou encontrado no fermento em pó). 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, porém, o conjunto todo ainda estará em suas mãos, portanto, muito cuidado! Coloque dentro do tubo de lançamento duas varetas de churrasco, separadas entre si, fixas por esparadrapo nas paredes do tubo e bem PONTIAGUDAS. Infle e esvazie, algumas vezes, um balão pequeno 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, claro. Coloque o bico do balão num cano marrom de 20 mm de diâmetro e cerca de 1 metro de comprimento. Segure o bico do balão e a ponta do cano na vertical e com auxílio de um funil (colocado na outra ponta do cano) coloque cerca de meio litro (mais ou menos isso) de vinagre 4%. O peso do vinagre dentro do cano faz com que o balão se encha de vinagre. Completado o enchimento do balão com vinagre, retira o cano de 1 metro, amarre a boca do balão e solte-o dentro da garrafa. Seque completamente o funil e use-o para colocar cerca de 250 gramas (você decide a quantidade) de bicarbonato de sódio dentro da garrafa. Obs. No lugar do balão de aniversário pode usar também um preservativo. Experimente! Mantendo o foguete virado para baixo introduza o “tubo de lançamento” da base cuidadosamente no foguete, atentando para que as pontas das varetas de churrasco não furem o balão. Mantendo o foguete virado para baixo

todo o tempo, prenda o gatilho, o “cano branco” no foguete. Não vire o foguete para cima ainda. Mantenha-o para baixo! Não fure o balão!!! Fique atento!

Preparando o lançamento. Escolha um local de terra não muito dura nem muito macia, tal como um gramado. Tenha em mãos um martelo e dois ou três grampos de metal (Fig. 20). Escolha cuidadosamente a direção de lançamento. NUNCA lance o foguete na vertical. Vire, finalmente, o foguete para cima. Observe que o balão estoura ao ser perfurado pelas finas pontas das varetas. Se isso não ocorrer vire o foguete para baixo e para cima até que o balão estoure. Cuide para que o cano branco (o gatilho) continue preso na boca do foguete. Isso é fundamental. Após o vinagre se misturar com o bicarbonato de sódio fixe a base no chão. Não fique na frente do foguete. Finque muito bem os grampos sobre os canos da base. Coloque um grampo perto de cada CAP e outro perto do T. Estique, levemente, o barbante que sai do cano branco passando-o por baixo da base.

Lançando o foguete. Estando o foguete devidamente fixado na base e esta devidamente fixada no chão com os grampos (não use pedras sobre a base), inclinado em 45° e apontando numa direção livre de pessoas ou bem móveis ou imóveis, então, mantendo todos afastados 10 m do foguete, explique a todos que devem fazer juntos uma contagem regressiva de 5 a 1 e gritarem após o 1: “lançar”! Neste momento puxe suavemente o barbante para baixar o gatilho. Feito isso o foguete sai violentamente da base lançando o combustível para trás e indo para frente num movimento parabólico, atingindo facilmente mais de 100 metros. Há uma combinação ideal de volumes de vinagre, bicarbonato de sódio, ângulo de lançamento, tamanho, forma, peso e número das aletas, direção do vento, valor do contrapeso, temperatura da mistura, acabamento, etc, que permite que o foguete atinja até 333 metros (recorde de 2014 ainda não quebrado). Se o foguete não sair imediatamente, espere alguns minutos, pois a reação química ainda está se processando e a pressão interna aumentando. O foguete não sairá da base se colocar mais de uma volta de esparadrapo sobre o bico do balão que está sobre o cano de lançamento, ou seja, se o foguete passou sobre o esparadrapo com muita dificuldade e sem lubrificação dificilmente sairá da base. Neste caso ele vai precisar de mais pressão para sair da base. Mas se o foguete não sair da base será preciso empurrá-lo com a mão, por isso a necessidade dos óculos e capa de chuva, ou abortar a missão, despressurizando o foguete e fazer pequenos ajustes. Para despressurizar deve-se apertar o pino que está dentro da válvula da câmara de ar do pneu de bicicleta ou usar no lugar do segundo “cap” um registro.

Sugestões. Nada impede que você dilua o fermento em água antes de colocá-lo dentro do foguete ou até mesmo que aqueça esta mistura ou o vinagre, pois tudo isso facilita o contato entre o bicarbonato e o vinagre, gerando mais gás e, assim, pressurizando ainda mais o foguete. Nada impede também que se modifique a base de lançamento à vontade, desde que esta não pressurize mecanicamente o gás do foguete e DESDE QUE A REAÇÃO NÃO OCORRA DENTRO DA BASE e sim somente dentro do foguete e dentro do cano que está dentro do foguete.

Equipe: Recomendamos que as equipes tenham no máximo três ou alunos.