

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



JOÃO PAULO FERREIRA

**CONSTRUÇÃO DE FOGUETES COM GARRAFAS PET PARA
A MOSTRA BRASILEIRA DE FOGUETES (MOBFOG): UMA PROPOSTA
PEDAGÓGICA UTILIZANDO GIBI**

**MOSSORÓ/RN
2020**

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

JOÃO PAULO FERREIRA

**CONSTRUÇÃO DE FOGUETES COM GARRAFAS PET PARA
A MOSTRA BRASILEIRA DE FOGUETES (MOBFOG): UMA PROPOSTA
PEDAGÓGICA UTILIZANDO GIBI**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Castelo Guedes Martins.

Coorientadora: Profa. Dra. Erlania Lima de Oliveira

MOSSORÓ/RN
2020

**CONSTRUÇÃO DE FOGUETES COM GARRAFAS PET PARA
A MOSTRA BRASILEIRA DE FOGUETES (MOBFOG): UMA PROPOSTA
PEDAGÓGICA UTILIZANDO GIBI**

JOÃO PAULO FERREIRA

Orientador: Prof. Dr. Rafael Castelo Guedes Martins.

Coorientadora: Profa. Dra. Erlania Lima de Oliveira

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Dissertação defendida e aprovada em: 22/12/2020

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Rafael Castelo Guedes Martins
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
Orientador e presidente da banca



Prof. Dr. Geovani Ferreira Barbosa
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
Membro interno



Profa. Dra. Luciana Angelica da Silva Nunes
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
Membro interno



Prof. Dr. Francisco de Assis Sousa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN / Apodi
Membro externo

MOSSORÓ/RN
2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

F386c FERREIRA, JOÃO PAULO .
CONSTRUÇÃO DE FOGUETES COM GARRAFAS PET PARA A
MOSTRA BRASILEIRA DE FOGUETES (MOBPOG) : UMA
PROPOSTA PEDAGÓGICA UTILIZANDO GIBI / JOÃO PAULO
FERREIRA. - 2020.
58 f. : il.

Orientador: Rafael Castelo Guedes Martins .
Coorientador: Erlania Lima de Oliveira.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Física, 2020.

1. Foguete. 2. Garrafa PET. 3. Gibi. I.
Martins , Rafael Castelo Guedes , orient. II.
Oliveira, Erlania Lima de , co-orient. III.
Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-LIFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Dedico esta dissertação as minhas duas
estrelas que brilham no céu e iluminam meus
passos. Minha mãe, Marilac, e minha filha,
Maria Marilac (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por estar me dando essa oportunidade de realizar mais um sonho na minha vida profissional, pois, sem Ele, nada seria possível.

Agradeço também ao meu orientador, Prof. Dr. Rafael Guedes Martins, que sempre me incentivou a lutar pela conclusão desta dissertação, com muita sabedoria e paciência nos ensinamentos repassados. E não posso esquecer também da minha coorientadora, Profa. Dra. Erlania Lima de Oliveira, que sempre mostrou seu lado humano em estar preocupada com o andamento dos alunos.

Em especial aos meus pais, Domingos Ferreira de Lima, que sempre trabalhou para me dar a oportunidade de estudar. A meu exemplo de vida, que foi minha mãe guerreira, Maria Marilac Bezerra de Sousa (*In memorian*), ela foi a pessoa que mais acreditou no meu potencial. A todos os meus irmãos, Israel, Alice e Monalice.

A minha esposa Rennara Costa Morais, pela paciência e pelo companheirismo. A nossa filha, Maria Marilac Ferreira Morais (*In memorian*), que me ensinou o mais puro e verdadeiro amor.

A todos os meus colegas de curso, em especial, Marília Sena e Daniele, que se tornaram grandes amigas e nunca mediram esforços para me ajudar.

Gratidão ao meu grande amigo Wilson Filho (irmão) que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos. Na posição de prefeito de Rodolfo Fernandes, destinou recursos financeiros para participarmos da MOBFOG, no Rio de Janeiro.

A amiga designer gráfica Elida Ramisa, que sempre estiveram dispostos a me ajudar nessa luta.

Agradeço ao Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como também à UFERSA e a todos os professores que contribuíram para a minha formação.

RESUMO

CONSTRUÇÃO DE FOGUETES COM GARRAFAS PET PARA A MOSTRA BRASILEIRA DE FOGUETES (MOBFOG): UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA UTILIZANDO GIBI

João Paulo Ferreira

Orientador: Prof. Dr. Rafael Castelo Guedes Martins.

Coorientadora: Profa. Dra. Erlania Lima de Oliveira

Os foguetes foram os veículos autônomos mais antigos que já existiram na humanidade e que, hoje, com a evolução das tecnologias e o avanço nos estudos da ciência, sobretudo na área da física, pudemos ver o crescimento na construção de foguetes modernizados, em que já possibilitaram o homem de chegar até a lua. Considerando a admiração por esses estudos, surgiu em 1998, a então Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA), com o propósito de fazer e incentivar a ciência nas escolas do Brasil. A Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG) surgiu dentro da OBA em 2007, os estudantes trabalharam em equipe na construção de foguetes PET para participarem de uma competição de lançamentos oblíquo. Com isso, esta pesquisa emergiu do interesse em instigar os alunos da cidade de Rodolfo Fernandes, interior do Estado do Rio Grande do Norte, a elaborarem seus próprios foguetes com a utilização de garrafas PET e, principalmente, a produzirem seus manuais. No entanto, para se chegar a esses resultados, partimos de objetivos específicos: i) aula preparatória para a prova da OBA; ii) realizar a prova da OBA e ser medalhista; iii) oficina para a construção de foguetes, utilizando o manual que apresenta no site da OBA; iv) competição interna realizada na escola, buscando um alcance horizontal que classifique para a MOBFOG, que ocorre na Barra do Piraí – RJ e v) participar da MOBFOG e ser medalhista. Em nosso trabalho, o professor foi apenas o mediador do conhecimento, uma vez que, o aluno, despertou seu interesse pela busca e pesquisa para aprofundar seus conhecimentos. Como resultados, na prova da OBA tivemos um aluno medalhista de bronze e, uma equipe com três alunos, foi premiada com medalha de prata no MOBFOG, no Rio de Janeiro.

Palavras-chave: Foguete, Garrafa PET, Ensino.

ABSTRACT

CONSTRUCTION OF PET BOTTLE ROCKETS TO THE MOSTRA BRASILEIRA DE FOGUETES (MOBFOG): A COMIC BOOK PEDAGOGICAL PROPOSAL

João Paulo Ferreira

Advisor Professor: Dr. Rafael Castelo Guedes Martins

Assistant Professor: Dr. Erlania Lima de Oliveira

Rockets were the first autonomous vehicles created by humans, which, with the advances of science and technology, specially physics, made possible that modern rockets conquered the moon. Studying that is so marvelous, that in 1998 it was conducted the first Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA), aiming the development of Science and innovation at schools. In 2007 the Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG), came as a branch of the OBA, enabling students' team work, achieving amazing results such as the construction of PET rockets for an oblique launch competition. Having that experience as an inspiration, this research emerged from the attempt of instigating students, from the city of Rodolfo Fernandes, in the western of Rio Grande do Norte, to make their own rockets using PET bottles, preparing them to elaborate their manual. However, to reach that point, we started from specific objectives: i) take preparatory classes for the OBA admission test; ii) get a medal from the OBA test; iii) get enrolled on the rocket Building workshop and use the OBA's manual available on their website; iv) participate on their school internal competition, seeking classification for the MOBFOG in Barra do Piraí – RJ and v) be admitted at the MOBFOG and be a medalist. Accordingly to our methodology, the teacher's role was to mediate students and knowledge, once that students were the first to get interested in this search to deepen their own knowledge. Resulting from our efforts, in the OBA event, we got an individual student's bronze medal and in the MOBFOG, we had a silver medal as a team of three students, both competitions, as mentioned above, were in Rio de Janeiro.

Keywords: Rockets; Pet bottle; Teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema do espaço formal e não formal.....	21
Figura 2 - Soma de forças.....	27
Figura 3 - Exemplos da primeira Lei de Newton	29
Figura 4 - Foguete em repouso	30
Figura 5 - Exemplo da aplicação da segunda Lei de Newton	32
Figura 6 - Lançamento de foguete exemplificando a terceira Lei de Newton.	32
Figura 7 - Colisão com um poste exemplificando a terceira Lei de Newton	33
Figura 8 - Componente vertical e horizontal de uma pedra arremessada.....	34
Figura 9 - Componentes vetoriais da velocidade.....	34
Figura 10 - Velocidades no mesmo nível	35
Figura 11 - Lançamentos com ângulos distintos	36
Figura 12 - Altura em função do tempo.	38
Figura 13 - Aplicação da prova da OBA 2019	43
Figura 14 - Relatório dos participantes da OBA 2019.	44
Figura 15 - Materiais e construção do foguete com a orientação do GIBI.....	46
Figura 16 - Lançamento de foguete no campo de futebol	46
Figura 17 - Altura em função do tempo.	46
Figura 18 - Lançamento de foguete no campo de futebol	47
Figura 19 - Lançamento de foguete em Barra do Piraí - RJ.....	48
Figura 20 - Marcos Pontes, ministro da ciência e tecnologia.....	49
Figura 21 - Recebendo medalhas e o troféu de vice-campeão das mãos do professor Bezerra	50
Figura 22 - Homenagens da família, prefeitura e vereadores.....	51
Figura 23 - Capa do gibi	52
Figura 24 - Produto Educacional	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Assuntos de física.....	18
Quadro 2 - Soma de forças.	41

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

HQ's – História em quadrinhos

MNPEF – Programa Nacional de Mestrado em Ensino de Física

MOBFOG – Mostra brasileira de foguetes

OBA – Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

ONG's – Organizações não governamentais

UFERSA – Universidade Federal Rural Semi-Árido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVO GERAL.....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	16
2 PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1 ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE EDUCAÇÃO.....	19
3.2 A PROBLEMATIZAÇÃO FREIREANA NO ENSINO DE CIÊNCIAS	21
4 CONTEXTO HISTÓRICO E A FÍSICA DO LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS	24
4.1 CONTEXTO HISTÓRICO	24
4.2 AS LEIS DE NEWTON	26
4.2.1 Tipos de forças	26
4.2.2 Força resultante	26
4.2.3 Primeira lei de newton	28
4.2.4 Segunda lei de newton	30
4.3 LANÇAMENTOS DE PROJÉTEIS: DUAS DIMENSÕES.....	33
5 METODOLOGIA	40
5.1 APRESENTAÇÃO DA OBA	40
5.2 A CRIAÇÃO DO GIBI	40
5.3 PREPARAÇÃO PARA A PROVA DA OBA E SELEÇÃO PARA A MOBFOG	41
6 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO PRODUTO (GIBI): EVOLUÇÃO HISTÓRICA E CONSTRUÇÃO DE FOGUETES COM GARRAFAS PET PARA O ESTUDO DO LANÇAMENTO OBLÍQUO	43
6.1 A PROVA DA OBA.....	43
6.2 CONSTRUÇÃO DOS FOGUETES A PARTIR DO GIBI.....	44
6.3 A COMPETIÇÃO INTERNA.....	45
6.4 A COMPETIÇÃO MOBFOG	47
7 CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS	55
APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL	58

1 INTRODUÇÃO

Trabalho desenvolvido no Programa Nacional de Mestrado em Ensino de Física (MNPEF), polo 09, localizado na Universidade Federal Rural Semi-Árido (UFERSA). Na física, vamos falar de exemplos simples que os alunos possam formar imagens em suas mentes, como fazia o renomado físico americano Richard Feynman (1986), em que explicou o motivo pelo qual um foguete explodiu ao decolar: simplesmente com um copo de água gelada e um chiclete, ele colocou o chiclete dentro do copo e, após retirá-lo, mostrou que este se quebraria facilmente, afirmando que o foguete decolou à baixa temperatura. As borrachas não aguentaram ao frio, ocasionando o acidente. Então, se baseando nesta teoria, percebemos que explicamos fatos graves usando a física, de maneira simples.

O trabalho foi abordado na pedagogia freireana, tendo a problematização e partindo da realidade do aluno para implantar o interesse pela astronomia e astronáutica, junto à Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) que realiza provas e MOBFOF nos ensinos básico, público e privado.

A OBA surgiu com o interesse para o desenvolvimento da ciência, dando a oportunidade de o Brasil participar de eventos internacionais, pois em 1998, o mesmo só participava da Olimpíada Internacional de Matemática. Assim, podemos afirmar que a OBA tem um papel fundamental para o desenvolvimento da educação dos jovens que buscam interesse pela astronomia e astronáutica, sendo uma importante ferramenta de alfabetização científica.

A primeira OBA, que na época chamava-se apenas Olimpíada Brasileira de Astronomia, foi realizada no dia 22 de agosto de 1998, com aplicação simultânea em todo o país, voltada aos conhecimentos de astronomia. A prova teve dois níveis: nível 1, para estudantes até 16 anos e, nível 2, para estudantes até 18 anos. A idade se enquadrava na III Olimpíada Internacional de Astronomia (OIA). Os cinco melhores resultados representaram o Brasil na III OIA que ocorreu na Rússia, em 1998.

A primeira edição da OBA contou com a participação de 150 escolas representando 12 estados brasileiros. Esse evento só cresceu aumentando o número de participantes e alcançando todos os estados brasileiros.

Hoje a OBA é aplicada por níveis da seguinte maneira:

- Nível 1: Destinada aos alunos do 1º ao 3º ano do ensino fundamental. Duração: 2 horas;
- Nível 2: Destinada aos alunos do 4º ao 5º ano do ensino fundamental. Duração: 2 horas;
- Nível 3: Destinada aos alunos do 6º ao 9º ano do ensino fundamental. Duração: 2 horas;

- Nível 4: Destinada aos alunos de qualquer série ou ano do ensino médio. Duração: 4 horas.

Com a grande expansão da OBA, nasceu a Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG), um evento que teve início em 2007 e desde então só cresceu o número de participantes, como mostra o site da OBA¹. Para participar da MOBFOG, o aluno é primeiramente incentivado a realizar a prova teórica da OBA com questões de astronomia e astronáutica. Após essa etapa, são realizados os lançamentos de foguetes com os alunos da escola, sendo que o maior alcance poderá representar a escola, em nível nacional, no Rio de Janeiro. Para isso acontecer é preciso alcançar a meta estipulada pela organização do evento. Por exemplo: a meta é 120 m, a equipe A atingiu 118 m e a equipe B 122 m, assim, a equipe B será convocada para representar a escola na MOBFOG.

Em função dos níveis explicitados, são desenvolvidos quatro diferentes tipos de foguetes, a saber:

- *Nível 1*: Foguete construído pelos alunos a partir de dois canudos de refrigerantes (um grosso e outro fino) que voa por simples impulso.
- *Nível 2*: Foguete construído pelos alunos a partir de um canudo de papel que voa também por simples impulso.
- *Nível 3*: Foguete construído pelos alunos a partir de duas garrafas pets de qualquer volume. Construção de uma base de lançamento. Combustível permitido: somente o ar comprimido por uma bomba manual.
- *Nível 4*: Foguete construído pelos alunos a partir de duas garrafas pets de qualquer volume. Construção de uma base de lançamento. Combustível permitido: somente a mistura, em qualquer proporção, de vinagre com concentração de 4% de ácido acético e bicarbonato de sódio (puro ou contido no fermento em pó).

Nesta pesquisa, foram confeccionados foguetes com garrafas PET e uma base de lançamento com canos de PVC. O trabalho foi desenvolvido com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental da Escola Municipal Maria de Lourdes Cavalcante, no município de Rodolfo Fernandes – RN.

Como forma de atrair a atenção dos alunos para a confecção dos foguetes, utilizou-se uma história em quadrinhos (HQ) como material de base metodológica, que busca o prazer da leitura espontânea (CALAZANS, 2004). As HQs são uma ferramenta pedagógica atrativa e

¹ http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/Relatorio%20da%20VI%20MOBFOG%20-%202012_1.pdf

lúdica que contribui para o processo de ensino e aprendizagem, fazendo com que o leitor se sintá parte da história e se aprofunde no assunto abordado. Além disso, na sala de aula, torna-se algo diferente a ser trabalhado, tirando o aluno da zona de conforto; ou seja, algo que não está sendo trabalhado diariamente em sala, principalmente nas aulas de ciências. Pensando em fortalecer o interesse do aluno pela leitura, foi criado um gibi com HQs relacionado ao tema em estudo.

As HQs fazem muito sucesso, principalmente entre os jovens, por apresentarem um fácil entendimento na leitura, o que permite o aprofundamento do assunto em estudo (FILHO, 2020). Segundo Souza (2016), as HQs são ferramentas pedagógicas com um grande potencial significativo no processo ensino e aprendizagem.

1.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho apresenta um estudo para a produção de um gibi como manual de construção de foguetes com garrafas pet, estimulando os alunos a estudarem os conceitos físicos do lançamento oblíquo, por meio do lançamento deste veículo, com vistas à participação na Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG). Assim, será abordada a importância da atividade experimental em que o aluno desenvolverá habilidades e competências para a construção do conhecimento, favorecendo a motivação do ensino e aprendizagem da física.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Criar um GIBI como ferramenta didática que relate a história do surgimento dos foguetes junto com um manual para a construção destes veículos de garrafas pet com base de lançamento de PVC;
- Preparar os alunos para fazer a prova da OBA;
- Oficina para a construção de foguetes usando o manual que está no GIBI;
- Competição interna realizada na escola, buscando um alcance horizontal que classifique para a MOBFOG, que ocorre na Barra do Piraí – RJ;
- Participar da MOBFOG e ser medalhista.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está dividida em capítulos referentes à **história dos foguetes**, que relata um pouco sobre sua origem e evolução com o controle científico; as **leis de Newton e o lançamentos de projéteis**, abordando o estudo do lançamento oblíquo em duas dimensões; a **metodologia**, que demonstra como o projeto está aplicado e executado; **aplicação do produto**, que segue os passos traçados na metodologia, com possibilidade de flexibilidade na aplicação; as **considerações finais**, que são discutidos os resultados colhidos na aplicação e desenvolvimento do produto educacional; **referências**, que nos mostra todo o embasamento teórico da escrita e o **apêndice I**, que contém o produto educacional.

2 PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA

Os objetivos indicados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) têm o objetivo de desenvolver a capacidade educativa do aluno ao longo de sua vida escolar. As capacidades de grandezas cognitivas, físicas, afetivas de relação interpessoal e inserção social, ética e estética visam uma formação completa para o aluno (BRASIL, 1997).

Para a formação *cognitiva*, o indivíduo busca atingir metas nas mais variáveis situações da vida, conseguindo ou não resolver seus problemas de forma crítica e consciente. A capacidade *física* envolve o autoconhecimento do corpo, sabendo o limite emocional e físico em jogos de movimento. A *afetiva* associa-se às motivações de autoestima para sempre buscar se superar a cada dia, havendo respeito com as diferenças. Na *inter-relação*, o aluno reflete sobre a opinião do outro e repensa sobre a sua. A *estética* permite o aluno fazer arte e valorizá-las em diferentes culturas e momentos históricos. A *ética* proporciona ao ser a responsabilidade de tomar suas próprias decisões em diversas situações. Na *inserção social*, o aluno terá a responsabilidade de tomar decisões que poderão influenciar na vida coletiva; ou seja, o pensamento tem que ser de interesse social (BRASIL, 1997).

Os objetivos descritos formarão cidadãos preparados com responsabilidade para enfrentar os mais diversos desafios impostos pela vida, tendo a clareza de solucionar com sabedoria e desenvolver um bom relacionamento social em prol de um mundo melhor.

Nos parâmetros curriculares para o ensino de ciência, existe um conjunto de competências a serem alcançadas, dentre elas: representação e comunicação, investigação e compreensão, contextualização e sócio cultural (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2008).

Dentre as ciências que almejam as competências, destacamos a física como uma disciplina abordada no ensino médio e nos anos finais do ensino fundamental II, em que a própria disciplina é obrigatória na grade curricular e é cobrada nos mais diversos vestibulares e ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Além disso, por explicar também fenômenos naturais e aplicações tecnológicas que nos cercam. Mas, nem sempre a física está voltada para explicar a tecnologia (MEC, 2008).

Assim, é proposto que o ensino de física seja trabalhado nos seguintes passos: situação – problema – modelo. Nesse aspecto, a situação está voltada para uma ideia física vista como um problema a ser solucionado, buscando meios viáveis para ser resolvido, tendo uma competência investigativa colocada em prática (MEC, 2008).

A física pode ser trabalhada no contexto histórico para explicar o surgimento e a evolução de várias aplicações tecnológicas. Por exemplo: A evolução das máquinas térmicas,

desde a revolução industrial na Inglaterra, havendo uma ligação interdisciplinar com a disciplina de história junto com o professor da mesma. Nessa situação, a competência de contextualização e sócio – cultural está sendo aplicada

Na física, fórmulas e equações matemáticas são usadas para representar leis e teorias em estudo, tendo uma representação comunicativa no meio acadêmico e tecnológico.

No ensino de física, o professor e a escola devem rever os conteúdos ensinados e as práticas educativas e metodológicas (MEC, 2008). Na quando 1, os PCN + sugere temas que podem ajudar na expansão do conteúdo, fazendo com que o professor não fique preso apenas aos conhecimentos expostos no livro.

Quadro 1: Assuntos de física

<p><u>Tema 1:</u> Movimento, variações e conservações (unidades temáticas: fenomenologia cotidiana, variação e conservação da quantidade de movimento, energia e potência associadas aos movimentos, equilíbrios e desequilíbrios).</p> <p><u>Tema 2:</u> Calor, ambiente e usos de energia (unidades temáticas: fontes e trocas de calor, tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores, o calor na vida e no ambiente, energia: produção para uso social).</p> <p><u>Tema 3:</u> Som, imagem e informação (unidades temáticas: fontes sonoras, formação e detecção de imagens, gravação e reprodução de sons e imagens, transmissão de sons e imagens).</p> <p><u>Tema 4:</u> Equipamentos elétricos e telecomunicações (unidades temáticas: aparelhos elétricos, motores elétricos, geradores, emissores e receptores).</p> <p><u>Tema 5:</u> Matéria e radiação (unidades temáticas: matéria e suas propriedades, radiações e suas interações, energia nuclear e radioatividade, eletrônica e informática).</p> <p><u>Tema 6:</u> Universo, Terra e vida (unidades temáticas: Terra e sistema solar, o universo e sua origem, compreensão humana do universo).</p>

Fonte: (MEC, 2008)

Destacando o tema 6 que fala de universo, terra e vida, é um tópico dentro da mecânica que nos livros didáticos estudam somente a gravitação universal e as leis de Kepler, deixando o estudo da astronomia e astronáutica fora da grade curricular. Mesmo assim, não impossibilita o professor de trabalhar esses assuntos com os alunos, desenvolvendo projetos que valorizem esses conteúdos como a olimpíada realizada pela Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo aborda os principais pontos da educação formal e não informal, frisando a importância do trabalho investigativo e humanizado da pedagogia de Paulo Freire, considerado um dos homens mais importantes na história da educação.

3.1 ESPAÇOS NÃO FORMAIS DE EDUCAÇÃO

Os espaços não formais de educação vêm ganhando espaço nos últimos anos, fortalecendo discussões e embasamento teórico para ampliar o assunto nas universidades com disciplinas voltadas para observar outros espaços de aprendizagem, mudando a rotina de sala de aula (SCHVINGEL; SCHNEIDER; SCHWERTNER; JASPER, 2016).

A educação não forma, faz parte do desenvolvimento do indivíduo em toda a sua trajetória de vida, desde o berço a fase adulta. A educação não é desenvolvida apenas na escola, que é um espaço formal em que ela está presente, mas é construída gradativamente na formação do indivíduo pela sua visão e vivência de mundo. Por exemplo, uma criança pode adquirir uma educação familiar, religiosa ou qualquer que seja sua crença: ambiental, humana com a orientação da família (SILVA, 2019). Para Libâneo, Oliveira e Thoschi (2012) “A educação deve ser entendida como um fator de realização da cidadania, com padrões de qualidade da oferta e do produto, na luta contra a superação das desigualdades sociais e da exclusão social”. (LIBÂNEO; OLIVEIRA; THOSCHI, 2012, p. 133).

Em muitas situações, sobretudo nas aulas de física, alguns alunos apresentam conhecimentos do conteúdo com base no seu mundo de vivência relacionado à teoria abordada em sala com situações e experiências vividas; por exemplo, o fato ocorrido durante uma aula em que o assunto ministrado era a primeira lei de Newton (inércia), a qual um dos alunos comentou que o sofá da sala tem uma inércia menor do que o guarda roupa, pois quando precisava deslocar ambos, o guarda roupa apresentava maior condição de equilíbrio. Assim, podemos perceber a importância da teoria e prática no espaço formal e não formal de educação.

Além de explorar a teoria, o espaço não formal permite, com maior eficiência, o contato com a prática, possibilitando o desenvolvimento de habilidades práticas junto com a teoria. Assim, o conhecimento é fortalecido no processo educacional e na formação cidadã do indivíduo.

Segundo Gadotti (2005), mesmo com Organizações não governamentais (ONG's) dando apoio a projetos que abraçam a educação não formal, elas podem ser acopladas no

currículo extracurricular no espaço formal. Por exemplo, algumas escolas usam esportes, como a capoeira, para resgatar a cultura afrodescendente nas danças que eram usadas pelos escravos como técnicas de proteção. De acordo com Barro e Santos (2010):

[...] a educação não formal socializa os indivíduos, desenvolve hábitos, atitudes, comportamentos, modos de pensar e de se expressar no uso da linguagem, segundo valores e crenças da comunidade. Sua finalidade é abrir janelas de conhecimento sobre o mundo que circunda os indivíduos e suas relações sociais (BARRO; SANTOS, 2010, p. 06)

Para Gohn (2006), a educação informal não é aquela em que o indivíduo adquire com a experiência o que a vida ensina, mas é preciso a orientação do professor para que se possa ser feita a ligação entre a teoria e a prática. Ainda de acordo com Gohn (2006):

Na educação formal sabemos que são os professores. Na educação não formal, o grande educador é o outro, aquele com quem interagimos ou nos integramos. Na educação informal, os agentes educadores são os pais, a família em geral, os amigos, os vizinhos, colegas de escola, a igreja paroquial, os meios de comunicação de massa, etc. (GOHN, 2006, p. 3).

O professor pode buscar explorar espaços educacionais não formais para despertar o interesse dos alunos, como realizar aula de campo, visitas a museus, salinas, fazendas, institutos de pesquisas, oficinas mecânicas, entre outros espaços em que o assunto em estudo possa ser explorado. As bases de orientações curriculares (2006) de ciências da natureza e matemática orientam o incentivo a essas atividades fora de sala de aula. Os alunos sentem-se motivados e curiosos para explorar o espaço físico longe do mecanismo tradicional de ensino (BRASIL, 2006).

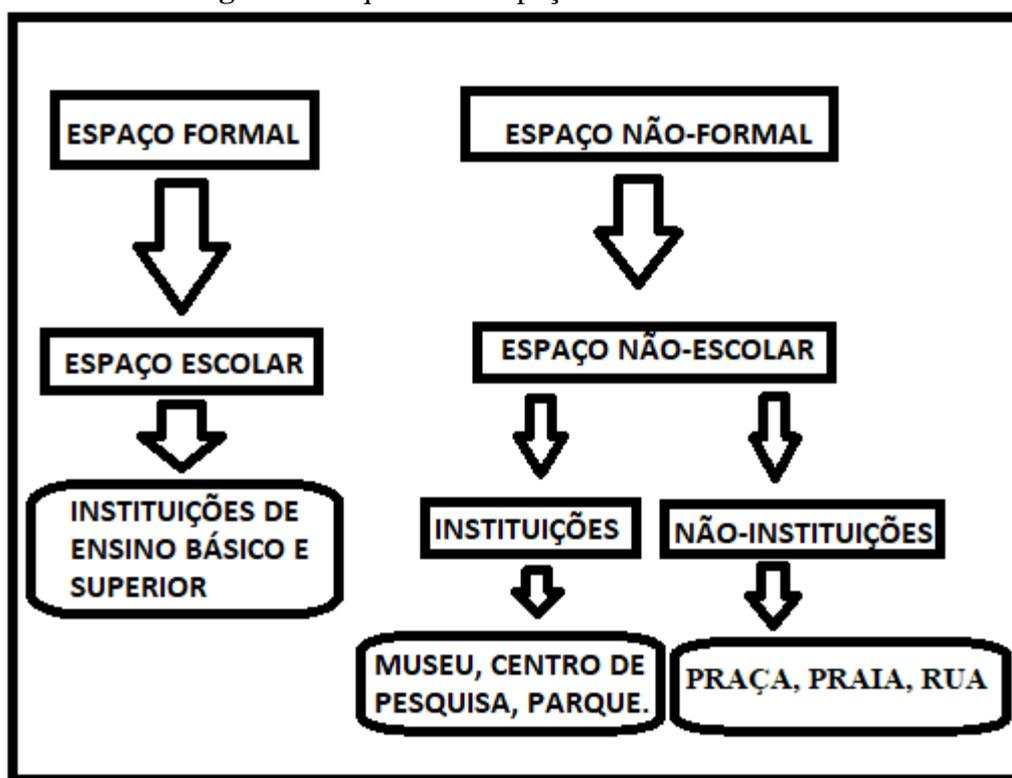
O espaço não formal está sendo palco de grande discussão entre os educadores que trabalham com divulgações científicas, cujo objetivo seja buscar lugares fora da escola para desenvolverem trabalhos educativos (JACOBUCCI, 2008). Com isso, mostrando a educação para a sociedade e chegando em lugares que, muitas vezes, não se tem acesso às apresentações científicas por estarem presas aos muros das escolas. Dessa forma, a educação atravessa as fronteiras da escola, visitando a população e mostrando o quanto pode-se transformar vidas pelo caminho educacional.

Os espaços não formais da educação podem ser classificados de duas formas: em locais que são instituições e locais que não são instituições.

Em locais que são instituições, têm-se a presença de técnicos, professores ou instrutores da área em visita. Esses locais podem ser: museus, aquários, zoológicos, institutos de pesquisas, planetários, parques ecológicos, entre outros.

Em locais que não são instituições, são aqueles que não dispõem de uma estrutura técnica e física institucional, mas, permite ao professor explorar junto com os alunos diversos assuntos em estudos. Esses locais são: praças, teatros, ruas, rios, caverna, campo de futebol, entre outros. A Figura 1 nos mostra a diferença entre os espaços formais e não formais da educação.

Figura 1: Esquema do espaço formal e não formal



Fonte: Adaptada de Jacobucci (2008).

Os espaços formais e não formais da educação podem caminhar juntos, um sendo complemento do outro. Na sala de aula, toda a teoria é explorada, mas no espaço fora dela, a teoria pode ser melhor entendida e observada com a prática realizada pela ação humana ou pela natureza.

3.2 A PROBLEMATIZAÇÃO FREIREANA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Paulo Freire, pedagogo, filósofo, escritor e considerado um dos maiores educadores do século XX, acredita que o ato de ensinar e educar é uma maneira de humanizar, valorizando as pessoas e tornando-as um ser importante no processo de ensino e aprendizagem.

Educar é um ato flexível à necessidade de se adaptar às condições sociais, econômicas e culturais do ser humano. Considerando a importância das experiências e as particularidades vividas, o sujeito apresenta capacidades de raciocínios em diversas situações problemas buscando uma solução plausível (ROMÃO, 2008).

Paulo Freire encantou o mundo com o ato de uma educação humanizada e com suas ações, em que buscava um mundo feliz e sem maldades, com o intuito de abrir as portas do coração para indicar o caminho da humanização e harmonia na sociedade (BRANDÃO, 2002).

No ensino básico e superior, sabe-se a necessidade de diálogo no ensino de ciências para tornar o cidadão um ser pensante politicamente e culturalmente, mas a falta de diálogo nas disciplinas de ciências da natureza torna-se apolítico e tecnicista (DELIZOICOV *et al.*, 2009).

A importância do diálogo na ciência e tecnologia ocasiona impacto na sociedade, mostrando que é capaz de solucionar problemas com a saúde pública, guerras, meio ambiente e educação; assim, mostrando à sociedade que se faz necessário investir na educação, ciência e tecnologia. A pedagogia de Freire tem ação direta em uma educação que transforma o ser humano em um cidadão pensante e atuante de forma crítica nas mais diversas situações (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Na pedagogia Freireana, é importante conhecer a realidade da comunidade dos alunos, observando à cultura, economia e política da região local. Conhecendo o mundo em volta dos estudantes, pode-se investigar e dialogar sobre situações vivenciadas pela comunidade. O ponto de partida é que o lado pedagógico possa ser um grande aliado da sociedade, ajudando a solucionar contradições sociais e gerando temas para serem estudados e discutidos pelos alunos em sala de aula (SOLINO; GEHLEE, 2015).

Uma das grandes aplicações da pedagogia Freireana é colocada em prática no momento em que as escolas do ensino básico se organizam e planejam ações para participarem da feira de ciências organizada pela UFERSA. Os professores formam grupos para os alunos realizarem uma tempestade de ideias e são orientados a buscarem problemas de sua comunidade para serem solucionados através do estudo científico da situação. Pode-se perceber diversos trabalhos de humanização, tornando a sociedade consciente de seus atos e mudando a forma de agir perante o universo em sua volta.

O ensino contextualizado na problematização de Freire baseia-se na relação de diálogo entre professor e aluno, tendo como finalidade uma união de experiência vivida para chegarem

ao mesmo objetivo utilizando de uma visão de conhecimento crítico e investigador na concepção de um ambiente agradável, tirando o professor como o único intelecto das conversas abordadas no diálogo. Nessa situação, o aluno se sente mais aberto para expor suas ideias e conversar abertamente com o professor, vendo-o como um parceiro de trabalho e deixando de lado a figura autoritária do professor.

O ensino é significativo no momento em que o professor valoriza o mundo do aluno, dando vez e voz ao vocabulário que ele traz da sua comunidade de convívio, explorando os conhecimentos prévios e abordando uma prática pedagógica em que o aluno se sinta parte importante do processo educacional (FREIRE, 2011). O professor deve fazer uma constante ligação entre a teoria e a prática, explorando os conhecimentos científicos e levando em consideração que ensinar não é apenas transmitir conhecimentos e, sim, transformar o conhecimento em uma ação transformadora de problematização, buscando sempre o melhor caminho para trilhar e solucionar os problemas.

Para facilitar a ampliação do conhecimento do aluno, vamos abordar três momentos pedagógicos:

1º) Problematização Inicial: aborda questões ou situações em que os alunos conhecem e vivenciam, mas não conseguem resolver por não possuírem conhecimentos científicos. Nesse momento, o professor lança perguntas e dúvidas para despertar o interesse e a curiosidade do aluno.

2º) Organização do conhecimento: nesse momento, o professor aborda o assunto em estudo definindo conceitos e leis que possam solucionar a problematização inicial.

3º) Aplicação do conhecimento: nessa última etapa, aborda sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinam o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento. (DELIZOICOV; ANGOTTII, 1990, p. 31).

Com isso, a organização do conhecimento pode ser trabalhada tanto no espaço formal como no espaço informal, tencionando que o mais importante é contribuir para a evolução educacional dos alunos de forma ética e significativa.

4 CONTEXTO HISTÓRICO E A FÍSICA DO LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS

Neste capítulo, serão abordados relatos da história do surgimento dos foguetes que, por acidente, na china, se deu início até a evolução científica que se encontra hoje. Os foguetes foram usados como armas de guerras a transporte espacial. A física estudada está relacionada às leis de Newton e ao lançamento oblíquo, demonstrando as equações que permite calcular grandezas, como a altura, alcance, tempo e velocidade.

4.1 CONTEXTO HISTÓRICO

Alguns relatos históricos, que serão citados no gibi, relatam que a ideia de foguetes surgiu na china, acidentalmente, na queima de fogos, aproximadamente no século I.D.C. em que se comemoravam celebrações religiosas e usavam o pó de salitre, enxofre e carvão dentro de tubos de bambu para realizarem as queimas. No entanto, durante essas ações, um tubo não funcionou e saiu subindo, soltando faíscas. Com esse acidente, os chineses perceberam que poderiam criar armas com flechas acopladas nos foguetes e atingir alvos a longa distância (NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION, 2001).

Os foguetes criados com flechas de lançamento pelos chineses eram muito imprecisos e perigosos e podiam explodir a qualquer momento, até mesmo na decolagem, ocasionando acidentes e vitimando as pessoas, caso não se afastassem a tempo (NASA, 2001).

Sabemos que os foguetes atuais são mais confiáveis, pois, temos conhecimento dos princípios científicos e tecnológicos para controlar com grande precisão o lançamento. O combustível tem maior eficiência, uma vez que o foguete consegue desenvolver maior potência, escapando da ação da gravidade e alcançando longas distâncias (NASA, 2001).

A fabricação de foguetes torna-se ciência no século XVII com Newton, relacionando o conhecimento de suas três leis com o foguete moderno. Surgiram várias aplicações em guerras com submarinos, aplicando a relação de lançamento de foguetes com base nas leis de Newton (NASA, 2001).

As descobertas realizadas pelos grandes nomes da ciência, Galileu, Kepler e Newton deram asas e embasamento para fortalecer o sonho do homem em realizar viagens espaciais. Desde a Grécia Antiga, já se falavam em voar na mitologia, em que um pai e filho, Dédalo e Ícaro, fugiram de um labirinto atravessando o mar. Ícaro foi em direção ao sol e teve suas asas derretidas, assim, tendo um destino diferente do seu pai, que pousou em solo com segurança (NOGUEIRA; CANALLE, 2009).

O brasileiro, Alberto Santos Dumont, é considerado o primeiro homem a desafiar a gravidade, em que voou em uma aeronave sem precisar da ajuda do vento. Nesse mesmo período, os irmãos Wright já voavam, mas com a ajuda do vento ou de catapultas (NOGUEIRA; CANALLE, 2009).

O russo Konstantin Tsiolkovsky (1898), pensava além do nosso compatriota, suas ideias eram criar transportes espaciais que levassem o homem ao espaço. Ele mostrava estar além do seu tempo. Por causa de um problema na audição, frequentou pouco a escola; mas isso não foi obstáculo, o rapaz devorou todos os livros que seu pai tinha em casa. Ao sair da casa de seu pai, foi morar em Moscou e lá tinha acesso a uma enorme biblioteca para aprofundar seus conhecimentos na física e na química, tornando-se membro da sociedade científica sem portar nenhum diploma acadêmico (NOGUEIRA; CANALLE, 2009).

Konstantin (1898) projetou todo o esquema dos foguetes, deixando apenas a teoria. Ele tinha a ideia do combustível sólido, a ausência de peso para os seres humanos em órbitas, roupas especiais para os tripulantes e a velocidade do foguete para vencer a atração gravitacional. O cientista não conseguiu realizar experimentos, permitindo que as futuras gerações colocassem sua teoria em prática. Foi nomeado o pai da astronáutica, deixando o seu legado para o desenvolvimento das navegações espaciais (NOGUEIRA; CANALLE, 2009).

O primeiro a começar a desenvolver os foguetes idealizados por Konstantin foi o americano Robert Hutchin Goddard, que publicou um trabalho científico com o título: *um método para atingir altitudes extremas* (NOGUEIRA; CANALLE, 2009). O pesquisador Goddard (1926), acreditava que para chegar à lua só seria possível com um foguete. Em sua primeira experiência, o foguete lançado atingiu um alcance vertical de 12,5 m em 2,5s. Parece pouco, mas foi um bom início para mostrar que era possível voar. Ele morreu sem alcançar o sonho de ver o homem ir até a lua. Essas missões da continuação dos seus trabalhos ficaram para o alemão Van Braun (NOGUEIRA; CANALLE, 2009).

Devido a primeira guerra mundial, na Alemanha, era proibido qualquer experimento com propelente sólido, que era considerado arma de guerra. Van Braun, com enorme interesse em trabalhar com foguetes, segue carreira militar. Os foguetes eram usados para fins militares, em que a Alemanha era destaque com seus cientistas. O mais famoso foguete, denominado V-2, foi usado para lançar bombas sobre a Inglaterra. Com o fim da guerra, Estados Unidos e União Soviética capturaram diversos cientistas alemães que dominavam a construção de foguetes para trabalharem em projetos científicos dos seus governos. Assim, iniciou o primeiro passo para a corrida espacial e a demonstração de poderes entre as duas potências (NOGUEIRA; CANALLE, 2009).

Além disto, os foguetes que são bem relacionados com os estudos da astronomia, têm outras aplicações. No Japão, uma companhia de energia elétrica usa foguetes com garrafa PET para lançar fios de alta tensão em locais de difícil acesso, devido à irregularidade do terreno que apresenta a geografia japonesa. Segundo os funcionários da empresa, esse método evita estar subindo e descendo locais perigosos. É simples, preciso e ganha tempo na realização das tarefas (FOGUETEPET, 2020).

4.2 AS LEIS DE NEWTON

As leis de Newton se aplicam em todas as situações clássicas do nosso cotidiano e do universo, mas não são afetivas em todas as situações, por isso existem outros formalismos matemáticos, como o lagrangiano e o hamiltoniano, em casos mais complexos. As leis de Newton permitem explicar os movimentos dos corpos, estuda os referenciais inerciais e descreve a interação entre as forças que envolvem dois ou mais corpos.

4.2.1 Tipos de forças

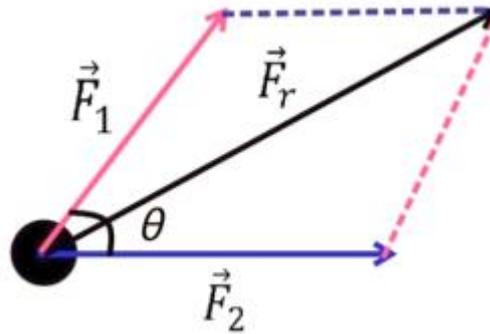
As forças podem proporcionar a deformação ou movimento dos corpos no momento da interação entre eles. Elas podem ser de contato ou campo. Na força de contato, ocorre uma interação física entre os corpos, já na força de campo a interação é de ação a distância, sem precisar de um contato físico entre os corpos.

Na força de campo, destacam-se as forças: gravitacional, elétrica e magnética. Na força de contato, destacam-se as forças: elástica, tensão, atrito, arraste, empuxo, entre outras. No sistema internacional de medidas a unidade de força é o Newton (N), onde $N = \text{Kg.m/s}^2$. Trata-se de uma grandeza vetorial, portanto, possui módulo, direção e sentido.

4.2.2 Força resultante

As forças resultantes em um corpo, ou sistema, são as forças capazes de substituir todas as demais forças que estão atuando sobre esse corpo, ou sistema, provocando neles o mesmo efeito das demais forças atuando juntas. Seu cálculo deve ser feito através de uma análise vetorial. Assim, podendo realizar uma soma vetorial para chegar à força resultante.

Imagine duas forças aplicadas em um corpo puntiforme em um plano bidimensional com direções diferentes e um ângulo Θ entre si, como mostra a Figura 2.

Figura 2: Soma de forças

Fonte: (FILHO, 2020)

A força resultante do sistema vetorial da Figura 2 é encontrada na soma vetorial entre \vec{F}_1 e \vec{F}_2 :

$$\vec{F}_r = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \quad (1)$$

Para chegar ao módulo da força usando a Lei dos cossenos, que neste caso fica:

$$|\vec{F}_r|^2 = |\vec{F}_1|^2 + |\vec{F}_2|^2 + 2 \cdot |\vec{F}_1| \cdot |\vec{F}_2| \cdot \cos\theta \quad (2)$$

Vamos fazer um estudo da força resultante com diferentes ângulos entre os vetores que representam as forças. Com os respectivos ângulos:

- **Para $\theta = 0^\circ$** , os vetores apresentam a mesma direção e sentido, assim temos:

$$F_r^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos(0^\circ)$$

$$F_r^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \quad (1)$$

$$F_r^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2$$

$$F_r^2 = (F_1 + F_2)^2$$

$$F_r = F_1 + F_2 \quad (3)$$

- **Para $\theta = 180^\circ$** , os vetores apresentam mesma direção e sentidos opostos, em que o vetor resultante tem o mesmo sentido do vetor de maior módulo, e o procedimento matemático da soma é da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
 F_r^2 &= F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos(180^\circ) \\
 F_r^2 &= F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot (-1) \\
 F_r^2 &= F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \\
 F_r^2 &= (F_1 - F_2)^2 \\
 F_r &= F_1 - F_2
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

- **Para $\theta = 90^\circ$** , os vetores são perpendiculares entre si. Pois, o vetor resultante é calculado pelo teorema de Pitágoras de tal forma:

$$\begin{aligned}
 F_r^2 &= F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos(90^\circ) \\
 F_r^2 &= F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot (0) \\
 F_r^2 &= F_1^2 + F_2^2 \\
 F_r &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2}
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Podemos generalizar que para n forças aplicadas em um corpo, a força resultante é representada pela equação 6.

$$\vec{F}_r = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n
 \tag{6}$$

Com isso, o efeito sobre o movimento realizado por um corpo devido um conjunto de forças é o mesmo realizado por uma única força que é a resultante desse conjunto, denominada princípio da superposição das forças.

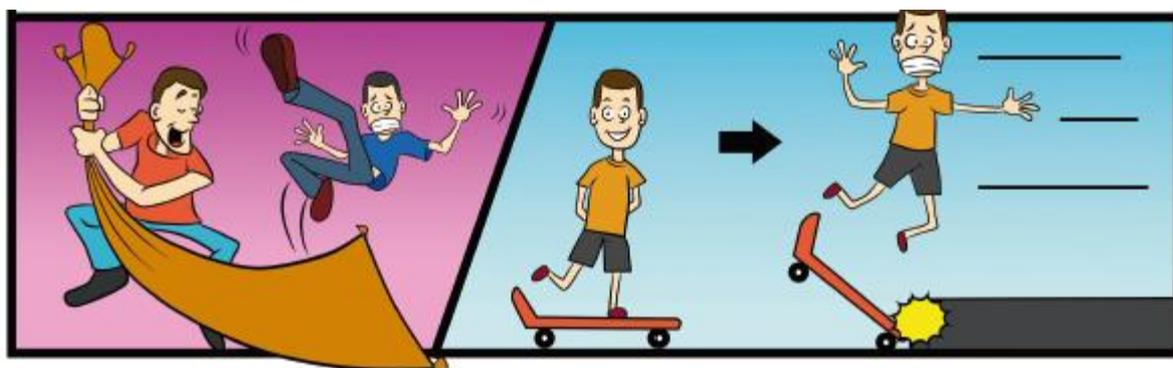
4.2.3 Primeira lei de newton

A primeira Lei de Newton só é válida para referenciais inerciais (SEARS, 1987). Um referencial é considerado inercial quando tem aceleração zero, para isso, é preciso que a força resultante também seja igual a zero (YOUNG; FREEDMAN, 2008).

Conhecida como a lei da inércia, obedece a duas condições de equilíbrio, estático e dinâmico. No equilíbrio estático, o corpo encontra-se em repouso, já no equilíbrio dinâmico, encontra-se em movimento retilíneo uniforme (M.R.U), implicando que a velocidade é constante, tendo aceleração zero.

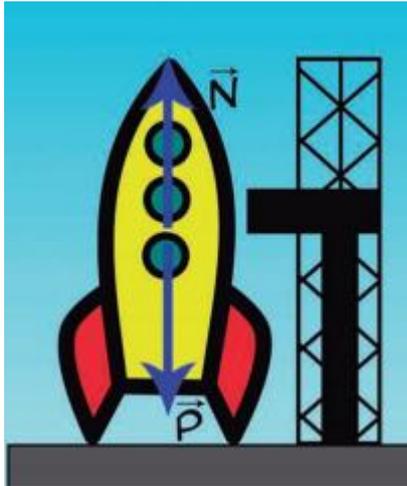
Em outras palavras, podemos exemplificar as condições da tendência de equilíbrio em que o corpo de maior massa tende a apresentar maior inércia. A Figura 2 mostra na primeira parte um homem tendo o tapete puxado por outro; se ele estava em repouso, a tendência era permanecer no mesmo ponto que estava, em que ele tem uma impressão de uma força o empurrando para trás; na verdade, não existe força alguma o empurrando. Na segunda parte da Figura 3, um homem andando de skate colide com uma pedra, e tem a impressão de uma força o empurrando para frente. Sabe-se que essa força não existe, o que acontece é que ele estava em movimento em relação ao nosso maior referencial inercial que é a terra, pois, se ele estava em movimento, a tendência era permanecer em movimento.

Figura 3: Exemplos da primeira Lei de Newton



Fonte: Própria (2020)

A Figura 4 mostra um foguete em equilíbrio, em que a força peso é igual a força normal. Quanto maior a massa desse foguete maior será a dificuldade de tirar ele de equilíbrio; ou seja, do repouso.

Figura 4: Foguete em repouso

Fonte: Própria (2020)

$$\begin{aligned}
 \sum \vec{F} &= 0 \\
 \vec{N} + \vec{P} &= 0 \\
 \vec{N} &= -\vec{P} \\
 |\vec{N}| &= |\vec{P}|
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

4.2.4 Segunda lei de newton

A segunda lei, também conhecida como Lei dos corpos acelerados ou princípio fundamental da dinâmica, não se aplica ao corpo de aceleração zero, diferentemente da primeira Lei de Newton. A segunda lei nos mostra que existe sobre um corpo uma força externa resultante diferente de zero, então esse corpo ficará sujeito a uma aceleração. Forças internas são incapazes de provocar aceleração.

Na ação de um sistema de forças sobre um corpo, com resultante diferente de zero, ele desloca-se com aceleração diferente de zero na mesma direção e sentido da força resultante, segundo um referencial inercial. Dessa forma, quanto maior o módulo da força resultante, maior será a aceleração do corpo, implicando que a força resultante é igual ao produto entre a massa e a aceleração (YOUNG; FREEDMAN, 2008).

A relação matemática é representada por:

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (8)$$

A equação (8) pode ser escrita em três dimensões, a qual cada componente pode ser escrita relacionando a força com a respectiva aceleração (FILHO, 2020). As equações são representadas matematicamente nas direções X, Y e Z de tal forma:

$$\begin{aligned} \sum \vec{F}_x &= m \cdot \vec{a}_x \\ \sum \vec{F}_y &= m \cdot \vec{a}_y \\ \sum \vec{F}_z &= m \cdot \vec{a}_z \end{aligned}$$

A aceleração é uma grandeza inversamente proporcional à massa; ou seja, quanto maior a massa, maior será a dificuldade de alterar a velocidade, levando em consideração que a inércia do corpo é diretamente proporcional à massa (YOUNG; FREEDMAN, 2008).

A segunda lei não é representada originalmente pela equação (8); essa equação é exposta nos livros de ensino médio como a segunda Lei de Newton. Nos livros de ensino superior, mostram a verdadeira equação, que é a derivada do momento linear, também conhecida como quantidade de movimento \vec{p} , em que é expresso pelo produto entre a massa e a velocidade: $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$.

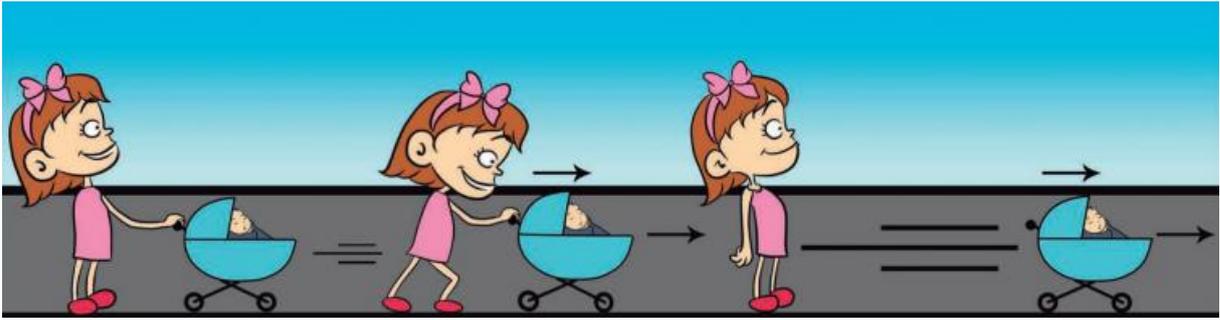
Derivando o momento em função do tempo e considerando a massa constante, temos:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = m \cdot \vec{a} = \vec{F}$$

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (9)$$

A Figura 5 demonstra uma aplicação da segunda lei no cotidiano. Na medida em que a menina empurra o carrinho de criança aumentando a força, ela provocará uma maior aceleração do mesmo.

Figura 5: Exemplo da aplicação da segunda Lei de Newton



Fonte: Própria (2020)

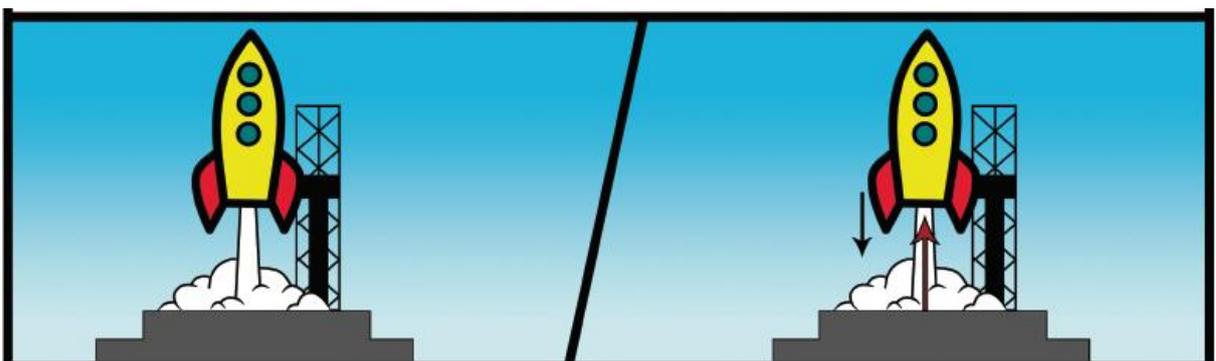
A segunda lei não se aplica a qualquer movimento acelerado, isto é, não inercial; tem suas limitações. Em movimentos como a rotação do planeta, o efeito coriolis para o movimento das correntes dos oceanos e de furacões e entre outras situações, a segunda lei não é suficiente para abordar as situações descritas. Dessa forma, fazem-se necessário outros formalismos matemáticos.

4.2.5 Terceira lei de newton

Conhecida como a lei da ação e reação, tornou-se frase de um ditado popular que diz que para toda ação realizada existe uma reação. A lei é definida com um par de forças de interação entre dois corpos que apresentam a mesma direção, mesma intensidade e sentidos opostos.

A Figura 6 mostra o lançamento de um foguete exemplificando a terceira Lei de Newton. Para o foguete decolar, o gás expulso empurra a base de apoio e a base o empurra, reagindo e lançando-o para o espaço.

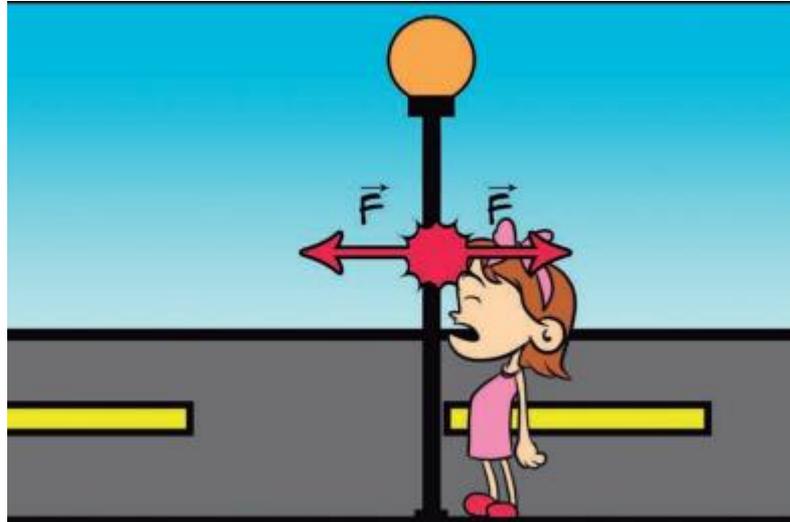
Figura 6: Lançamento de foguete exemplificando a terceira Lei de Newton



Fonte: Própria (2020)

A Figura 7 mostra uma menina desatenta colidindo com um poste. Nesse momento, a força que o poste aplicou na sua cabeça, ela devolve com a mesma intensidade.

Figura 7: Colisão com um poste exemplificando a terceira Lei de Newton



Fonte: Própria (2020)

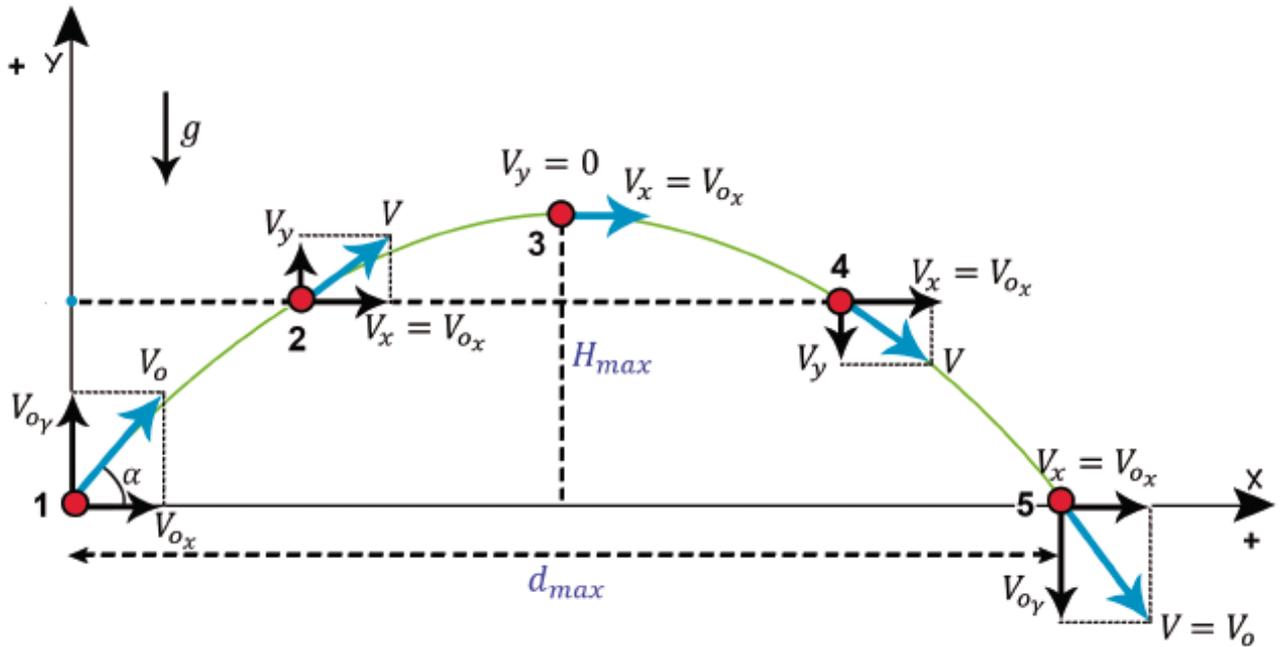
As massas dos corpos em interação não interessam, as forças de ação e reação sempre apresentarão a mesma intensidade, como mostra a representação matemática a seguir:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \quad (10)$$

4.3 LANÇAMENTOS DE PROJÉTEIS: DUAS DIMENSÕES

Ao lançar uma pedra de forma oblíqua com a ausência da gravidade, ela seguirá uma trajetória retilínea, mas, com a presença da gravidade, a trajetória se curva, formando uma parábola. Para os canhoneiros do século anterior, o lançamento oblíquo parecia muito complicado por não apresentarem conhecimento dos movimentos: horizontal e vertical. Mas, hoje, se tem domínio desse movimento nas duas dimensões com as aplicações das equações matemáticas.

Figura 8: Componente vertical e horizontal de uma pedra arremessada

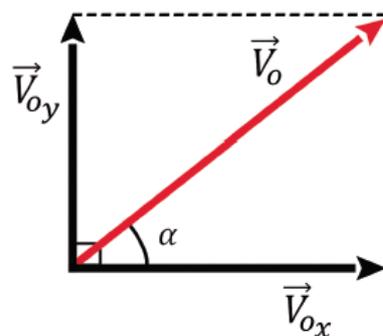


Fonte: Própria (2020)

A Figura 8 demonstra que um corpo lançado realiza uma parábola com dois componentes: uma na direção horizontal X, com movimento uniforme, que implica que o corpo se movimenta com velocidade constante e aceleração zero. Na vertical Y, o movimento é uniformemente variado com aceleração igual à da gravidade, havendo um movimento retardado na subida e acelerado na descida.

Os componentes verticais e horizontais podem ser demonstrados com base no destaque da Figura 9, realizando uma relação trigonométrica de seno e cosseno.

Figura 9: Componentes vetoriais da velocidade



Fonte: Própria (2020)

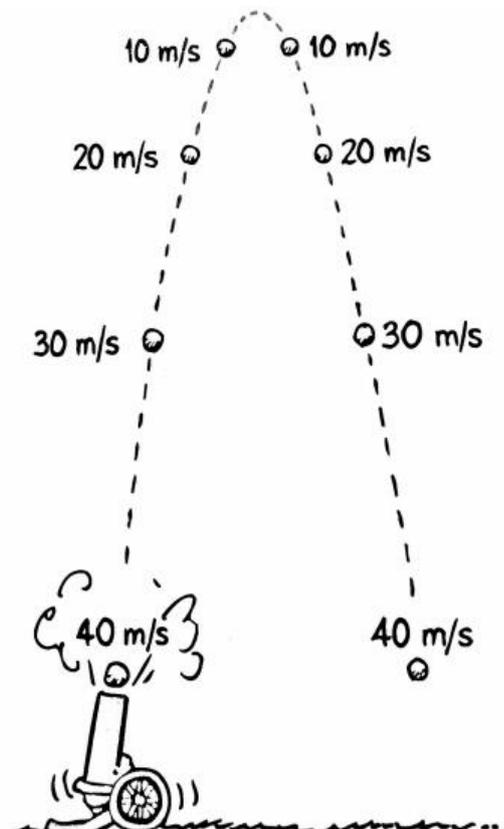
Demonstração das velocidades \vec{V}_{ox} e \vec{V}_{oy} , as quais são as projeções vetoriais do vetor \vec{V}_0 .

$$\cos \alpha = \frac{C.A.}{HIP.} = \frac{V_{ox}}{V_o}, \quad \text{assim } V_{ox} = V_o \cdot \cos \alpha \quad (11)$$

$$\sin \alpha = \frac{C.O.}{HIP.} = \frac{V_{oy}}{V_o}, \quad \text{assim } V_{oy} = V_o \cdot \sin \alpha \quad (12)$$

A Figura 10 mostra que as velocidades apresentam o mesmo módulo no alinhamento horizontal entre a subida e a descida do projétil, pois, na vertical, o corpo encontra-se sujeito apenas pela ação da gravidade.

Figura 10: Velocidades no mesmo nível



Fonte: (HEWITT; WOLF, 2009)

O tempo que o projétil leva para subir é o mesmo para descer, sendo demonstrada pela equação a seguir.

$$t = \frac{V_{oy}}{g} \quad (13)$$

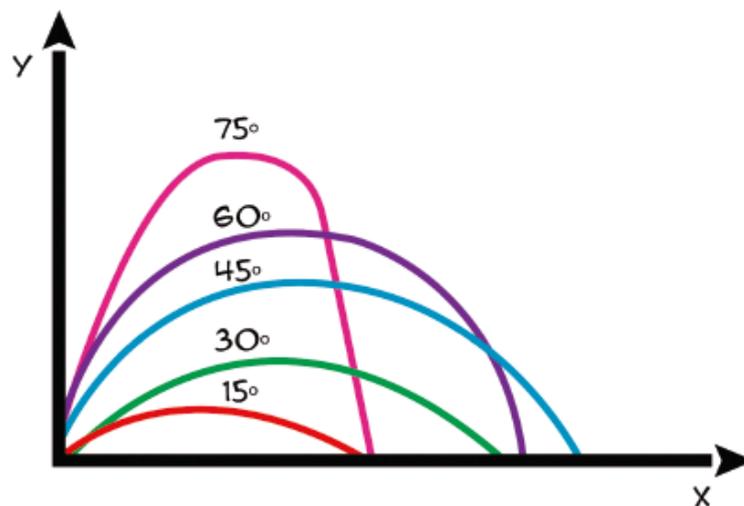
Substituindo a equação: $V_{oy} = V_o \sin \alpha$ na equação (13), obtemos a equação (14):

$$t = \frac{V_o \cdot \sin \alpha}{g} \quad (14)$$

A equação (14) calcula o tempo de subida, para se obter o tempo total (t_T) que o corpo permanece em toda a trajetória basta multiplicada por dois ($t_T = 2t$).

A Figura 11, ilustra que o alcance do projétil não depende apenas da velocidade de lançamento, uma vez que realizados lançamentos com a mesma velocidade inicial com ângulos diferentes têm-se alcances distintos.

Figura 11: Lançamentos com ângulos distintos



Fonte: Própria (2020)

O maior alcance na horizontal ocorre com um ângulo de 45°. Segue a demonstração:

Na direção X, o movimento é uniforme.

$$D = V_{ox} \cdot t_T \quad (15)$$

Substituindo as equações abaixo na equação (15), obtemos a equação (16):

$$V_{ox} = V_o \cdot \cos \alpha$$

$$t_T = \frac{2 \cdot V_o \cdot \sin \alpha}{g}$$

$$D = (V_o \cdot \cos \alpha) \cdot \left(2 \cdot \frac{V_o \cdot \sin \alpha}{g} \right) \quad (16)$$

Reorganizando, temos:

$$D = V_o^2 \cdot 2 \left(\frac{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g} \right) \quad (16)$$

Conhecendo a identidade trigonométrica:

$$\sin(2\alpha) = 2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha. \quad (17)$$

Substituindo a identidade trigonométrica na equação (16), obtemos a equação (18) representando a equação do alcance horizontal.

$$D = V_o^2 \frac{\sin(2\alpha)}{g} \quad (18)$$

Considerando $\alpha = 45^\circ$, substituindo na equação (18), temos o alcance máximo.

$$D = V_o^2 \frac{\sin(2 \cdot 45^\circ)}{g}$$

$$D = V_o^2 \frac{\sin(90^\circ)}{g} \quad (19)$$

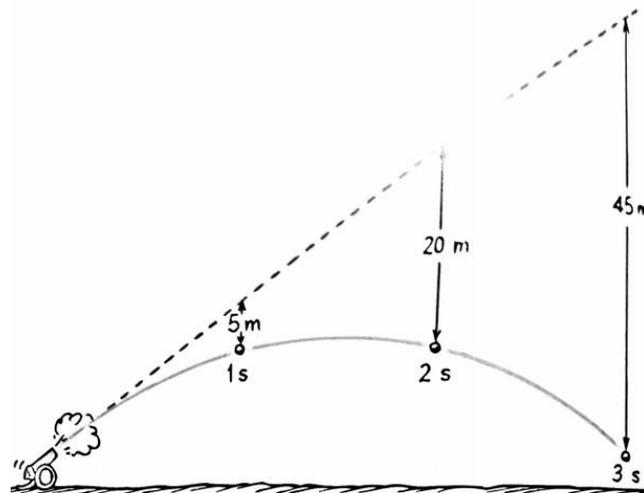
Sendo que: $\sin 90^\circ = 1$, com isso, temos:

$$D = \frac{V_o^2}{g} \quad (20)$$

A equação (20) mostra que ao usar um ângulo de 45° na equação do alcance obtemos o alcance horizontal máximo, considerando desprezível a resistência do ar.

A altura máxima alcançada pelo projétil depende da velocidade V_{oy} , sendo demonstrada a partir da equação (21), onde a velocidade final da direção vertical Y no ponto máximo é zero.

Figura 12: Altura em função do tempo



Fonte: (HEWITT; WOLF, 2009)

$$H_{m\acute{a}x} = \frac{V_{oy}^2}{2g} \quad (21)$$

Substituindo $V_{oY} = V_o \cdot \sin \alpha$ na equação (21), temos a equação (22), usada para calcular o alcance máximo na direção vertical.

$$H_{m\acute{a}x} = \frac{(V_o \cdot \sin \alpha)^2}{2g} \quad (22)$$

5 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado na Escola Municipal Maria de Lourdes Cavalcante, da cidade de Rodolfo Fernandes – RN, localizada no Alto Oeste potiguar do Rio Grande do Norte, distante a 390 Km da capital do estado - Natal, com aproximadamente 4.500 habitantes.

A ideia para participar da OBA e MOBFOG surgiu como forma de mostrar a população da cidade que os alunos são capazes de participar da competição e competir em mesmo nível com outras escolas do Brasil, sejam da rede pública ou privada. Assim, foi realizado um trabalho com os 48 alunos do 9º ano em que tiveram aulas preparatórias para a prova da OBA, com vistas a participar da MOBFOG.

5.1 APRESENTAÇÃO DA OBA

Na segunda semana de aula do ano letivo 2019, foi apresentada aos alunos a OBA, em que eles passaram a ter conhecimento do evento nacional, assim, percebendo o quanto é importante participar das olimpíadas do conhecimento.

O site da OBA foi divulgado para as turmas acompanharem os calendários e os editais do evento. No site, eles tiveram acesso a um aplicativo com simulados referentes às questões de astronomia e astronáutica, além disso foram comunicados que participariam de uma prova teórica elaborada pelo evento e aplicada pela escola.

5.2 A CRIAÇÃO DO GIBI

Com a necessidade de ter um material didático que contribuísse na formação dos alunos para melhorar o desempenho na OBA/MOBFOG, resolveu-se criar um gibi intitulado “*Evolução histórica e construção de foguetes com garrafas PET para o estudo do lançamento oblíquo*”, como uma ferramenta metodológica baseada no uso das HQs para o ensino de ciências, em que o aluno usaria a mesma como guia para adquirir o conhecimento histórico do surgimento dos foguetes, bem como os conceitos de física sobre lançamentos de projéteis. A história acontece a partir do diálogo entre dois personagens, o professor João Paulo e sua filha, conhecida como Lalac (*in memorian*).

No contexto histórico, relatamos curiosidades e conceitos físicos, trazendo também um manual para que os alunos usassem na construção da base de lançamento e do foguete de garrafa

PET. Para a execução da confecção do gibi foi enviado todo o roteiro para uma designer gráfica que realizou a ilustração dos desenhos.

5.3 PREPARAÇÃO PARA A PROVA DA OBA E SELEÇÃO PARA A MOBFOG

Como não há uma disciplina específica sobre os assuntos de astronomia e astronáutica, os 48 alunos do 9º ano participaram de aulas preparatórias como primeira intervenção didática para realizar a prova da OBA de 2019. Pela regra criada pelo professor coordenador da OBA realizada na escola, automaticamente os alunos que fizeram a prova ficaram credenciados para participar da MOBFOG e representar a escola na cidade de Barra do Piraí – RJ.

As aulas preparatórias foram baseadas no edital cumprindo os conteúdos expostos no quadro 2:

QUADRO 2: cronograma de estudo da OBA

- | |
|---|
| <p>b) Nível 2. Astronomia: Terra: origem, estrutura interna, forma, alterações na superfície, marés, atmosfera, rotação, polos, equador, pontos cardeais, bússola, dia e noite, horas e fusos horários. Lua: fases da Lua, meses e eclipses. Sol: translação da Terra, eclíptica, ano, estações do ano. Objetos do Sistema Solar, galáxias, estrelas, ano-luz, origem do Universo e história da Astronomia. Constelações e reconhecimento do céu. Astronáutica: A Missão Centenário (viagem ao espaço, em março de 2006, do Astronauta Brasileiro Marcos Pontes). Aviões, Foguetes e Satélites: O que são e para que servem? A atmosfera e sua importância para a manutenção da vida na Terra. A Exploração do Sistema Solar por meio de Sondas Espaciais (ex. Voyager). Os satélites brasileiros (SCD e CBERS). Os foguetes brasileiros e de outros países. Os satélites meteorológicos e de sensoriamento remoto e suas aplicações. A Estação Espacial Internacional (ISS). O Telescópio Hubble e demais telescópios espaciais. As instituições brasileiras voltadas ao desenvolvimento das atividades espaciais (AEB, CTA, IAE, INPE e ITA).</p> <p>c) Nível 3. Astronomia: Além dos conteúdos do nível 2: Terra: rotação, pontos cardeais, coordenadas geográficas, estações do ano, marés, solstícios, equinócios, zonas térmicas, horário de verão. Sistema Solar: descrição, origem, Terra como planeta. Corpos celestes: planetas, satélites, asteroides, cometas, estrelas, galáxias. Origem e desenvolvimento da Astronomia. Leis de Kepler. Conquista do espaço. Origem do Universo. Fenômenos físicos e químicos: elementos químicos e origem. Gravitação: força gravitacional e peso. Unidade Astronômica, ano-luz, mês-luz, dia-luz e segundo-luz. Constelações e reconhecimento do céu. Astronáutica: Além dos conteúdos do nível 2: A Exploração de Marte. Por que o Brasil deve possuir um Programa Espacial? O efeito estufa e o buraco na camada de ozônio. O corpo humano no espaço. Os foguetes Saturno, Ariane, Soyuz, Próton e os atuais das empresas privadas, tipo SpaceX etc.</p> |
|---|

Fonte: Edital OBA (2019)

Todavia, a comissão organizadora do evento costuma credenciar apenas 1 equipe por escola com, no máximo, 3 integrantes. Sendo assim, para a seleção, foi necessário a escola realizar uma competição em que a equipe que atingisse o maior alcance com o foguete de garrafa PET, dentro da distância mínima estipulada pela OBA, seria convocada para participar da MOBFOG. Com isso, foram formadas 16 equipes com 3 integrantes cada.

Os alunos fizeram a prova da OBA, com questões objetivas e discursivas aplicadas na escola. Todas as provas foram corrigidas pela equipe da escola e enviadas pelos correios para

o Rio de Janeiro, sede responsável pelo evento. Após a correção, os resultados foram digitados no sistema da OBA, em que todos os alunos participantes foram inseridos.

Na segunda parte, as equipes realizaram a construção de foguetes com garrafa PET com objetivo de participar da MOBFOG. Para a confecção dos foguetes, as equipes utilizaram como base o gibi e um vídeo (<https://www.youtube.com/watch?v=JNFAAksbO08>) do professor Dr. João Canalle, chefe da OBA, explicando passo a passo na construção do foguete.

Com os foguetes confeccionados, todas as equipes foram direcionadas a um campo de futebol para realizar os lançamentos dos respectivos foguetes. Após os lançamentos, foram anotados os alcances horizontais e registrados na plataforma da MOBFOG/OBA, em que as equipes estavam inseridas.

Na terceira etapa, tivemos uma equipe convocada para participar da MOBFOG na cidade de Barra do Piraí – RJ a qual ficamos hospedados. Participamos do evento que ocorreu em um hotel fazenda no dia 08 a 11 de novembro de 2019.

6 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO PRODUTO (GIBI): EVOLUÇÃO HISTÓRICA E CONSTRUÇÃO DE FOGUETES COM GARRAFAS PET PARA O ESTUDO DO LANÇAMENTO OBLÍQUO

Este capítulo tem como objetivo detalhar as etapas desenvolvidas com os alunos partícipes desta pesquisa, desde a aplicação da prova da OBA até a participação dos mesmos na MOBFOG 2019, em Barra do Pirá – RJ.

6.1 A PROVA DA OBA

Aplicação da prova da OBA com sete questões de astronomia e três de astronáutica foi realizada em uma turma de 9º ano, totalizando 48 alunos presentes. A Figura 13 mostra a aplicação da prova da OBA pela primeira vez em uma escola no município de Rodolfo Fernandes-RN.

Figura 13: Aplicação da prova da OBA 2019



Fonte: Própria (2020)

Após a realização da prova as questões foram corrigidas e digitadas na plataforma da Figura 14.

Figura 14: Relatório dos participantes da OBA 2019

Relatórios SAIR (LOGOUT) (?op=logout)

Relatórios
 Para visualizar o relatório das edições anteriores **clique aqui (?op=relatorios&relat=sim)**.
 Gerar relatório em PDF ao final desta página

Exibir Relatório **OBA** (?op=relatorios&tipo=)
 Exibir Relatório **MOBFOG** (?op=relatorios&tipo=obfog) (?op=gerenciar&tipo=) Gerenciar Alunos

Edição: 2019 - XXII OBA OK
 Edição: OK **Exibindo relatório da OBA 2019**

Nome da escola: Escola municipal Maria de Lourdes Cavalcante **Código:** 85284
Cidade: Rodolfo Fernandes **UF:** RN

Alunos cadastrados para a escola na **OBA 2019**: Cadastrar aluno(a) (?op=cadaluno&acao=precadastro)

Total de registros encontrados: 91

Nome:	Série:	Sexo:	Nasc.:	Nível:	Astronomia:	Astronáutica:	Final:
-------	--------	-------	--------	--------	-------------	---------------	--------

Fonte: Extranet – OBA (2019)

Como resultado da primeira intervenção didática, já na prova da OBA, teve um aluno que conquistou a medalha de bronze.

6.2 CONSTRUÇÃO DOS FOGUETES A PARTIR DO GIBI

A construção dos foguetes pelas 16 equipes de 3 integrantes cada foi realizada em espaço não formal de aprendizagem, uma vez que não havia espaço físico suficiente na escola. Assim, as equipes reuniram-se em suas próprias residências para desenvolvimento do projeto do foguete. Todo o processo foi mediado pelo professor e os foguetes foram confeccionados com materiais de baixo custo. Cada equipe fez uso da criatividade, mas seguindo as orientações do produto gibi, como apêndice deste trabalho. A Figura 15 nos mostra algumas imagens do processo de construção dos foguetes pelas equipes.

Figura 15: Materiais e construção do foguete com a orientação do GIBI.



Fonte: Própria (2020)

6.3 A COMPETIÇÃO INTERNA

Com os foguetes finalizados, foi realizada a competição em um campo de futebol da cidade de Rodolfo Fernandes/RN para selecionar a equipe cujo veículo atingisse maior distância, dentro do mínimo determinado pela organização do evento (Figura 16).

Figura 16: Lançamento de foguete no campo de futebol

Fonte: Própria (2020)

Após os lançamentos realizados pelas 16 equipes do 9º ano, totalizando 48 participantes, os valores de distância alcançados por cada uma das equipes foram registrados na plataforma da OBA/MOBFog exposta na Figura 17. Aquela que atingisse o maior alcance seria possivelmente convocado para MODFOG.

FIGURA 17: Relatório dos participantes da MOBFog 2019

Relatórios SAIR (LOGOUT) (?op=logout)

Relatórios

Para visualizar o relatório das edições anteriores [clique aqui \(?op=relatorios&relat=sim\)](#).
Gerar relatório em PDF ao final desta página

Exibir Relatório **OBA** (?op=relatorios&tipo=)

Exibir Relatório **MOBFog** (?op=relatorios&tipo=obfog)

(?op=gerenciar&tipo=) Gerenciar Alunos

Edição: OK

Edição: OK

Exibindo relatório da MOBFog 2019

Nome da escola: **Código:**

Cidade: **UF:**

Alunos cadastrados para a escola na MOBFog 2019 : [Cadastrar aluno\(a\) \(?op=cadaluno_obfog&acao=precadastro\)](#)

Total de registros encontrados: 49

Nome:	Sexo:	Nasc.:	Nível:	Alcance:
-------	-------	--------	--------	----------

Fonte: Extranet – OBA (2019)

Na competição dos foguetes, realizada pela escola, o maior alcance foi de 172 m, registrado na plataforma da OBA, em que a equipe, composta por três alunos, foi premiada com medalha de prata, sendo credenciados para participar da MOBFOG.

6.4 A COMPETIÇÃO MOBFOG

A Competição da MOBFOG 2019 foi realizada na cidade de Barra do Piraí – RJ e reuniu equipes das escolas que participaram da OBA e realizaram lançamentos de foguetes, sendo selecionadas as equipes de maior alcance e superior a 100m.

A escola Municipal Maria de Lourdes Cavalcante foi a única do estado do Rio Grande do Norte a participar do evento, conquistando o vice-campeonato com um alcance de 138m, naquele ano.

Para participar da competição, foi realizado um aprimoramento do projeto com o desenvolvimento de uma nova base de lançamento do foguete, que foi apresentada para a comissão do evento e as demais equipes participantes da MOBFOG (Figura 18).

Figura 18: Apresentação do foguete e da base de lançamento na MOBFOG



Fonte: Própria (2020)

A Figura 19 mostra a aplicação do lançamento na MOBFOG em Barra do Piraí – RJ com a única equipe representante do estado do Rio Grande do Norte.

Figura 19: Lançamento de foguete em Barra do Piraí - RJ



Fonte: Própria (2020)

A equipe teve a honra de participar de várias palestras relacionadas à astronáutica. Além disso, participaram de oficinas para construir foguetes com combustível de base sólida e garrafas PET, que tem como combustível ar e água. Conheceram o observatório da OBA, tendo a oportunidade de assistirem aulas de astronomia.

A Figura 20 mostra o grupo sendo presenteado pelo astronauta Marcos Pontes com um livro autografado que conta sua biografia. Os alunos ficaram emocionados com esse momento único e singular.

Figura 20: Marcos Pontes, ministro da ciência e tecnologia



Fonte: Própria (2020)

Importante registrar que além dos prêmios conquistados, a convivência e troca de experiências geradas entre as equipes em que o respeito e a amizade prevaleceram também foi um ponto bastante positivo, deixando de lado o espírito competitivo e criando um ambiente de perfeita harmonia, a qual consideramos muito gratificante. A Figura 21 mostra a equipe recebendo a premiação de vice-campeão da MOBFOG.

Figura 21: Recebendo medalhas e o troféu de vice-campeão das mãos do professor Bezerra



Fonte: Própria (2020)

No retorno à cidade de Rodolfo Fernandes–RN, os alunos foram recebidos com solenidades festivas pelos seus familiares e pela escola. Na Figura 22, podemos ver o momento em que os alunos foram homenageados na Câmara Municipal dos vereadores por terem levado o nome do município tão longe, algo que parecia impossível na realidade local. Ressaltamos a contribuição da prefeitura por todo apoio, em que não mediu esforços em financiar a viagem e estadia no evento.

Figura 22: Homenagens da família, prefeitura e vereadores



Fonte: Própria (2020)

A Figura 23 mostra a capa do gibi criado para materializar o estudo da física do lançamento oblíquo e orientar na construção de foguetes de garrafas PET. O intuito foi de estimular, através da história contada no roteiro com imagens, uma melhor compreensão do conteúdo pelo aluno.

A criação do gibi também teve como objetivo homenagear a minha filha (*in memoriam*), tendo ela também como a personagem que interage com o seu pai (professor de física), trazendo muitas dúvidas e curiosidades sobre a história dos foguetes.

Figura 23: Capa do gibi



Fonte: Própria (2020)

7 CONCLUSÃO

Como professor de uma escola localizada no interior do Rio Grande do Rio Grande do Norte, sendo a única escola municipal da cidade (Rodolfo Fernandes) e com aproximadamente 4.500 habitantes, foi um grande desafio desenvolver um trabalho diferenciado do ponto de vista de intervenção metodológica e que chamasse a atenção da sociedade local.

O foco principal do trabalho foi desenvolver uma metodologia que propiciasse a atingirmos objetivos bem específicos com vistas aos alunos na participação da OBA, trazendo uma série de novos conteúdos envolvendo os assuntos de astronomia e astronáutica. Além disso, conseguimos, pela primeira vez, representar nossa escola e o município em nível nacional, conseguindo o prêmio de vice-campeão na MOBFOG 2019, sendo ainda a única escola do Estado do Rio Grande do Norte participando no evento.

O resultado mostrou que a metodologia aplicada mostrou-se eficiente e o produto educacional gibi intitulado *Evolução histórica e construção de foguetes com garrafas PET para o estudo do lançamento oblíquo*, foram importantes para alcançar os objetivos propostos inicialmente, tanto no ponto de vista da competição em si, como também na disseminação do conhecimento de astronomia e astronáutica, propiciando, assim, um ambiente fértil para a alfabetização científica durante a construção dos foguetes a partir do gibi e dos conteúdos de lançamento oblíquo.

Durante a competição, pudemos registrar algumas intercorrências, que possivelmente nos tiraram o prêmio de primeiro lugar, mas, que serviram de aprendizado e como uma forma de comprovar os conceitos teóricos na prática experimental.

Com os resultados da aplicação das intervenções metodológicas juntamente com a aplicação do produto, conseguimos atingir os objetivos ora almejados para este trabalho. Além de ganhar respeito e admiração de toda a sociedade da cidade de Rodolfo Fernandes-RN com o resultado na MOBFOG, a escola passou a adotar a OBA como um evento do calendário escolar, despertando o interesse dos alunos em fazer parte do evento e atribuindo importância às olimpíadas acadêmicas do conhecimento. Assim, esperamos que este trabalho inspire novos professores e alunos a participarem de todo e qualquer evento e competições desta natureza.

Para materializar esse trabalho, foi construído um gibi como ferramenta pedagógica que orientem os futuros participantes da OBA e da MOBFOG. Esse material aborda histórias e curiosidades narrada por dois personagens e um manual de construção de foguetes. Também descreve os conteúdos: Lançamento oblíquo e as Leis de Newton, conteúdos de estudos no 9º do ensino fundamental II e na 1º série do ensino médio.

Por fim, esperamos que esse projeto possa contribuir para as escolas e professores cadastrados na OBA e futuros cadastros. Podendo auxiliar na construção de foguetes e realização da prova da OBA, implantando o ensino de astronomia e astronáutica e, assim, despertando a curiosidade dos alunos e suas criatividade, criando os mais diversos modelos de foguetes.

REFERÊNCIAS

- BARROS, V. C.; SANTOS, I. M. **Além dos muros da escola: a educação não formal como espaço de atuação da prática do pedagogo.** In **V Encontro de Pesquisa em Educação de Alagoas**, v. 5, p. 1-9, 2010.
- BRANDÃO, C. **A educação popular na escola cidadã.** Petrópolis: Vozes, 2002.
- BRASIL. Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: **MEC/SEF**, 1997. p.126.
- BRASIL, SEMTEC. Pcn+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: **MEC, SEMTEC**, 2002.
- BRASIL. M. E. Orientações curriculares para o ensino médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Ministério da Educação – Educação Básica, Brasília, 2006.
- CALAZANS, F. **Histórias em quadrinhos na escola.** São Paulo: Paulus, 2004.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física.** São Paulo: Cortez, 1990.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- DIAS, P. M. C.; SANTOS, W. M. S.; SOUZA, M. T. M. The Universal Gravity: a text for highschool students. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 3, p. 257-271, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v26n3/a12v26n3.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2020.
- FERNANDES, A. C. P; *et al.* Doppler Effect with tablet and smartphone. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0006>. Acesso em: 22 nov. 2019.
- FILHO, M. L. M. **Uso da história em quadrinho “uss freedom” para o ensino de física.** 2020. 121 p. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Programa de Pós-graduação em Física, Mossoró, 2020. Disponível em: <https://mnpes.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/94/2020/08/DISSERTA%C3%87%C3%83O-MNPEF-MAXWELL-LIMA-MACIEL-FILHO.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2020. Acesso em: 4 mar. 2019.
- FOGUETEPET.** Produzido por Marcotronics. 2013. 1 vídeo (2 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3q4bKckj5OE>. Acesso em: 06 jan. 2020.
- FREIRE, P. **Educação como prática da Liberdade.** 14. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido.** 50. ed. rev e atual :Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

- GADOTTI, M. A questão da educação formal/não-formal. **Sion: Institut Internacional des Droits de 1º Enfant**, p. 1-11, 2005. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5633199/mod_resource/content/1/eudca%C3%A7%C3%A3o%20n%C3%A3o%20formal_formal_Gadotti.pdf. Acesso em: 20 jan. 2019.
- GOHN, M. G. A educação não-formal e a relação escola-comunidade. **EccoS – Revista científica**, v. 6, n. 2. p. 39-65, 2004.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. **Física. vol. 1 Mecânica**, 5 ed., LTC. 2003.
- HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 12º ed. Bookman, 2015.
- HEWITT, P. G.; WOLF, P. R. **Fundamentos da física conceitual**. Trieste Ricci. - Porto Alegre: Bookman, 2009. p.440.
- JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Revista em extensão**, v. 7, n. 1, 2008.
- LIBÂNEO, J. C.; OLIVEIRA, J. F.; THOSCHI, M. S. **Educação Escolar: Políticas, Estrutura e Organização**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2012.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria de Educação básica. Brasília: **MEC/SEF**, 2008.
- NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. **Foguetes – Manual do professor com atividade de Ciências Matemática e Tecnologia/ NASA**; Traduzido pela Universidade do Vale da Paraíba – São Jose dos Campos; Univap, 2001. p.134.
- NATIONAL PHYSICAL LABORATORY. **Guide to building and understanding the physics of Water Rockets**, v.1, 2007.
- NOGUEIRA, S.; CANALLE, J. B. G. **Astronomia: ensino fundamental e médio**. Brasília: **Mec, Seb**, 2009.
- PORTO, Claudio M. A física de Aristóteles: uma construção ingênua?. **Revista Brasileira de ensino de Física**, v. 31, n. 4, p. 4602-4609, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n4/v31n4a19.pdf>. Acesso em: 06 Jan. 2020.
- REIS, N. T. O.; GARCIA, N. T. O. **Educação espacial no Ensino Fundamental: uma proposta de trabalho com o princípio da ação e reação**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 3, p. 361-371, 2006. Disponível em: www.sbfisica.org.br. Acesso em: 10 fev. 2019.
- ROMÃO, J. E. Educação. In. STRECK, D.; REDIN, E.; ZITKOSKI, J. J. (orgs.) **Dicionário Paulo Freire**. Belo Horizonte: Autêntica, 2008a. p. 150-152.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CT-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SCHVINGEL, C.; SCHNEIDER, M. C.; SCHWERTNER, S. F.; JASPER, A. Uma experiência pedagógica em espaços não formais de aprendizagem. **Trilhas Pedagógicas**, v. 6, n. 6, p. 184-195, 2016.

SEARS, F.; ZEMANSKY, M. **Mecânica – Hidrodinâmica**. Tradução, prefácio e notas de José de Lima Accioli. 1. ed. Rio de Janeiro: Técnicos e Científicos Editora S.A, 1978.

SILVA, A. P. B.; SILVA, I. P. B.; SANTOS, R. E. C.; PADOVAN, P. A. Espaços não formais de educação: a importância do museu espaço ciência como mediador do ensino de ciência em Pernambuco. *In* VI Congresso Nacional de Educação – CONEDU. **Anais Eletrônicos**, Fortaleza, p. 1-10, 2019. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/60343>. Acesso em: 20 Jan. 2020.

SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. O papel da problematização freireana em aulas de ciências/física: articulações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação. **Ciênc. Educ., Bauru**, v. 21, n. 4, p. 911-930, 2015.

SOUZA, J. A. Um foguete de garrafas PET. **Física na Escola**, v. 8, n. 2, 2007. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a02.pdf>. Acesso em: 22 Nov. 2019.

SOUZA, P. N. B. **Aventureiros Espaciais**: Estudo sobre o Sistema Solar no Ensino Fundamental menor com o uso de revista em quadrinho. 2016. 102 p. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Programa de Pós-graduação em Física, Mossoró, 2016. Disponível em: <https://mnpes.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/94/2017/02/MNPEF-UFERSA-PEDRO.pdf>. Acesso em: 5 mai. 2019.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, Roger A. **Física I – Mecânica**. 12 ed. São Paulo, Addison Wesley, 2008.

APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL

Figura 24: Produto Educacional



Fonte: Própria (2020)