

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



USO DA HISTÓRIA EM QUADRINHO “USS FREEDOM” PARA O ENSINO DE FÍSICA

Maxwell Lima Maciel Filho

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação na Universidade Federal Rural do Semi-Árido no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador(es):
Profa. Dra. Erlania Lima de Oliveira
Prof. Dr. Rafael Castelo Guedes Martins

**Mossoró-RN
2020**

USO DA HISTÓRIA EM QUADRINHO “USS FREEDOM” PARA O ENSINO DE FÍSICA.

Maxwell Lima Maciel Filho

Orientador(es):

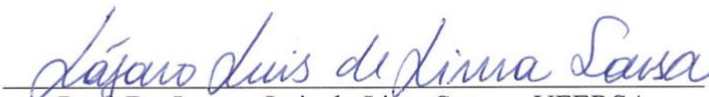
Profa. Dra. Erlania Lima de Oliveira
Prof. Dr. Rafael Castelo Guedes Martins

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação na Universidade Federal Rural do Semi-Árido no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

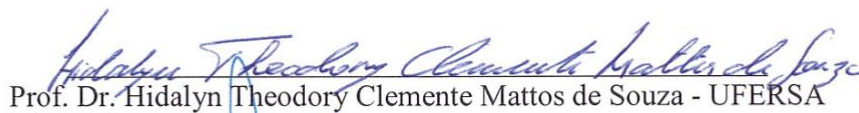
Aprovada em 14 de fevereiro de 2020, por:



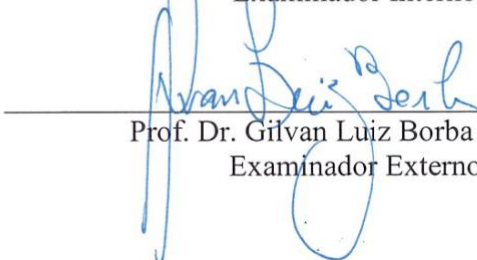
Prof.^a Dra. Erlania Lima de Oliveira - UFERSA
Presidente da Banca e Orientadora



Prof. Dr. Lazaro Luis de Lima Sousa - UFERSA
Examinador Interno



Prof. Dr. Hídalyn Theodory Clemente Mattos de Souza - UFERSA
Examinador Interno



Prof. Dr. Gilvan Luiz Borba - UFRN
Examinador Externo

Mossoró-RN
2020

FICHA CATALOGRÁFICA

F478u

Filho, Maxwell Lima Maciel.

USO DA HISTÓRIA EM QUADRINHO "USS FREEDOM" PARA
O ENSINO DE FÍSICA / Maxwell Lima Maciel Filho.
2020.

121 f.: il.

Orientadora: Erlania Lima de Oliveira.

Coorientador: Rafael Castelo Guedes Martins.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-Árido, Programa de Pós-graduação em
Física, 2020.

1. História em quadrinhos no ensino de Física.
2. Parâmetros Curriculares Nacionais. 3. Aprendizagem significativa. I. Lima de Oliveira, Erlania, orient. II. Castelo Guedes Martins, Rafael, co-orient. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Esta obtenção de título de Mestre não seria possível se não fosse a benção de Jesus Cristo, seus santos e Mártires com a guarda de Nossa Senhora que abençoou meus caminhos até aqui.

À minha família que desde sempre me apoiou e me ajudou em tudo que foi necessário, meu eterno agradecimento. Em especial meu pai, Maxwell Lima Maciel, minha mãe Maria da conceição Martins Maciel e minha irmã Jamilly Martins Maciel.

Agradeço a Cecily Alves de Sousa pelas importantíssimas contribuições para os ajustes deste trabalho.

Agradeço a Fabiano Vieira que nasceu com o belíssimo dom da arte que com sua destreza, confeccionou todas as ilustrações deste trabalho.

Agradeço aos meus fieis companheiros de mestrado: Laerte, Farnésio, Andréazio, Napoleão, Hamilton, Felipe, Ronaldo e Agenildo, que sem eles não seria possível fazer o traslado Fortaleza-Mossoró todas as sextas, com bastante descontração e tornando as viagens menos desgastantes.

Agradeço à Escola de Ensino Médio Governador Adauto Bezerra que foi a instituição que recebeu este projeto de portas abertas e com sua filosofia de trabalho moderno e inovador, possibilitou a aplicação deste trabalho

A todo corpo docente da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, meus sinceros agradecimentos pelos conhecimentos agregados que possibilitaram o desenvolvimento desta dissertação e sem dúvida abriram as portas para novas ideias e horizontes.

E por fim, mas não menos especial, meu sincero agradecimento à Profa. Dra. Erlania Lima de Oliveira e Prof. Dr. Rafael Castelo Guedes Martins pelas orientações e sugestões para a realização desta dissertação, com suas disponibilidades e paciência foi possível concluir este trabalho para a obtenção do título de Mestre.

RESUMO

USO DA HISTÓRIA EM QUADRINHO “USS FREEDOM” PARA O ENSINO DE FÍSICA

Maxwell Lima Maciel Filho

Orientadores:

Profa. Dra. Erlania Lima de Oliveira
Prof. Dr. Rafael Castelo Guedes Martins

As Histórias em Quadrinhos (HQs) surgiram entre o final do século XIX e o começo do século XX. Usadas inicialmente para o entretenimento do público infanto-juvenil, atualmente vêm ganhando destaque no cenário educacional. Com sua linguagem simples e ilustrações que chamam a atenção do público jovem, as HQs são boas alternativas na busca de novos métodos de ensino e aprendizagem. Dentro desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo estimular o interesse dos discentes pela Física utilizando como ferramenta pedagógica uma HQ, sobre uma viagem que retrata uma aventura de quatro tripulantes em uma nave espacial tentando salvar a humanidade. Ao longo da história, podemos observar situações cujos tripulantes estabelecem diálogos entre si a respeito de fenômenos físicos, e desenvolvem várias discussões e indagações, aguçando a curiosidade e causando envolvimento do leitor com a temática. A aplicação do produto foi realizada com a turma do primeiro ano do Ensino Médio na escola pública Governador Adauto Bezerra localizado em Fortaleza-CE. Os resultados foram coletados a partir de problemáticas e questionamentos sobre os temas envolvidos na história. Essa problemática possibilita que os alunos expressem suas ideias, interagindo com os colegas e com o professor na construção do conhecimento. Sendo assim, este trabalho visa auxiliar o aluno a entender conceitos de maneira dinâmica e eficaz e julgamos que este material servirá como ferramenta catalisadora na construção do conhecimento através de discussão sobre as situações retratadas no quadrinho. Os elementos dos quadrinhos são partes importantes nesse processo, pois estimula a criatividade dos alunos e ajuda na problematização dos assuntos em sala de aula.

Palavras-chave: História em quadrinhos no ensino de Física. Parâmetros Curriculares Nacionais. Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

USE OF THE USS FREEDOM COMIC BOOK FOR TEACHING PHYSICS

Maxwell Lima Maciel Filho

Supervisor and Co-supervisor:

Profa. Dra. Erlania Lima de Oliveira
Prof. Dr. Rafael Castelo Guedes Martins

Comic books appeared between the end of the 19th century and the beginning of the 20th century. Initially used for the entertainment of children and adolescents, they are currently gaining prominence in the educational scenario. With their simple language and illustrations that attract the attention of young audiences, comics are good alternatives in the search for new teaching and learning methods. Within this scenario, the present work aims to stimulate students' interest in Physics using a comic as a pedagogical tool, about a trip that portrays an adventure of four crew members in a spaceship trying to save humanity. Throughout story, we can observe situations where crew members establish dialogues with each other about physical phenomena, and develop various discussions and inquiries, arousing curiosity and causing the reader's involvement with the theme. The application of the educational product was carried out with the class of the first year of high school at the public-school Governador Aduino Bezerra, located in Fortaleza. The results were collected from problems and questions about the themes involved in the story. This problem allows students to express their ideas, interacting with colleagues and the teacher in the construction of knowledge. Therefore, this work aims to help the student to understand concepts in a dynamic and effective way and we believe that this material will serve as a catalyst in the construction of knowledge through discussion of the situations portrayed in the comic. The elements of the comics are important parts in this process, as it stimulates students' creativity and helps in problematizing subjects in the classroom.

Keywords: Comics in Physics Teaching. National Curriculum Parameters. Meaningful Learning.

Mossoró-RN
2020

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: CAMPO DE RESPOSTAS “NEM SEMPRE”	75
---	----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: REVISTA TICO-TICO.....	13
FIGURA 2: REVISTA “A TURMA DO PERERÊ”	13
FIGURA 3: REQUADRO OU VINHETA	19
FIGURA 4: VINHETAS DE DIFERENTES FORMAS	20
FIGURA 5: APONTAMENTOS DA POSIÇÃO DAS CALHAS.....	21
FIGURA 6: TIPOS DE BALÕES	22
FIGURA 7: “RABICHO” APONTANDO QUAL PERSONAGEM ESTÁ FALANDO	23
FIGURA 8: RECORDATÓRIO	23
FIGURA 9: QUADRINHO COM AUSÊNCIA DE BALÕES	24
FIGURA 10: MODELOS DE ONOMATOPÉIAS.....	24
FIGURA 11: REPRESENTAÇÃO DAS COMICS.....	25
FIGURA 12: REPRESENTAÇÃO DOS MANGÁS.....	26
FIGURA 13: HQ BRASILEIRO “TURMA DA MÔNICA”.....	26
FIGURA 14: PLANO GERAL.....	27
FIGURA 15: PLANO ABERTO.....	28
FIGURA 16: PLANO AMERICANO	28
FIGURA 17: PLANO MÉDIO.....	29
FIGURA 18: “CLOSE”	29
FIGURA 19: PLANO DETALHE.....	30
FIGURA 20: ÂNGULO PLONGÉE.....	30
FIGURA 21: ÂNGULO CONTRA PLONGÉE	31
FIGURA 22: ÂNGULO ZÊNITAL	32
FIGURA 23: ÂNGULO CONTRA ZENITAL.....	32
FIGURA 24: TURMA DA MÔNICA	33
FIGURA 25: LINHAS CINÉTICAS	34
FIGURA 26: METÁFORAS VISUAIS.....	34
FIGURA 27: QUADRINHO “CIÊNCIA EM QUADRINHOS”	36
FIGURA 28: HQ “CIÊNCIA POPULAR”	37
FIGURA 29: QUADRINHO “UM SÁBADO QUALQUER”	37
FIGURA 30: HQ DA REVISTA SCIENCE	38
FIGURA 31: HQ DA REVISTA NATURE.....	39

FIGURA 32: HQ ANTARCTIC LOG.....	40
FIGURA 33: OBRA “AS AVENTURAS DE ANSELMO CURIOSO”	41
FIGURA 34: EINSTEIN E A TEORIA DA RELATIVIDADE “AVENTURAS DE ANSELMO CURIOSO”	42
FIGURA 35: EINSTEIN E A TEORIA DA RELATIVIDADE “AVENTURAS DE ANSELMO CURIOSO”	43
FIGURA 36: HQ “LUZ, CÂMARA, CIENCIA”.	44
FIGURA 37: REVISTA “OMBROS DE GIGANTES”	45
FIGURA 38: REVISTA “FÍSICA COM MARTINS E EU”	46
FIGURA 39: TIRINHA “GARFIELD”.....	47
FIGURA 40: HQ SOBRE RELATIVIDADE	48
FIGURA 41: PÁGINA INICIAL "USS FREEDOM".....	49
FIGURA 42: PIXTON.....	50
FIGURA 43: VETORES DE FORÇAS.....	53
FIGURA 44: FORÇAS EM UM BLOCO.....	55
FIGURA 45: TIRINHA "GARFIELD"	55
FIGURA 46: TIRINHA "GARFIELD"	56
FIGURA 47: TREM ACELERANDO	57
FIGURA 48: TIRINHA “GARFIELD”.....	58
FIGURA 49: MEME SATIRIZANDO UMA IMPOSSIBILIDADE SEGUNDO AS LEIS DE NEWTON.....	60
FIGURA 50: PAR DE FORÇAS AÇÃO E REAÇÃO.....	61
FIGURA 51: TIRINHA "GARFIELD"	62
FIGURA 52: APLICAÇÃO DO PRÉ-TESTE.....	66
FIGURA 53: LEITURA DA HQ.....	67
FIGURA 54: PLATAFORMA PHET	69
FIGURA 55: PERGUNTA "QUEM JÁ LEU ALGUMA HQ?"	76
FIGURA 56: PERGUNTA "QUEM JÁ LEU ALGUMA HQ DE CIÊNCIAS?".....	77
FIGURA 57: RESPOSTAS DOS ESTUDANTES SOBRE FÍSICA.....	78
FIGURA 58 (A): RESPOSTA DA PERGUNTA UM.....	79
FIGURA 58 (B): RESPOSTA DA PERGUNTA UM.....	79
FIGURA 59: RESPOSTA DA PERGUNTA DOIS	80
FIGURA 60: SEGUNDA RESPOSTA DA PERGUNTA DOIS	80
FIGURA 61: RESPOSTA DA PERGUNTA TRÊS.....	81

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO.....	12
1.1 SITUAÇÃO PROBLEMA	15
1.2 OBJETIVO GERAL.....	15
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCN) E O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO.....	17
2.2 A LINGUAGEM E OS ELEMENTOS DOS QUADRINHOS.....	18
2.2.1 TEXTO	19
2.2.1.1 REQUADRO OU VINHETA E CALHAS	19
2.2.1.2 BALÕES E RECORDATÁRIOS.....	21
2.2.1.3 ONOMATOPÉIAS	24
2.2.2 IMAGENS	25
2.2.2.1 PLANOS DE VISÃO.....	27
2.2.2.2 ÂNGULOS DE VISÃO.....	30
2.2.3 PERSONAGENS, LINHAS CINÉTICAS E METÁFORAS VISUAIS..	33
2.3 USO DE QUADRINHOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	35
2.4 QUADRINHOS PARA O ENSINO DE FÍSICA.	40
2.5 O QUADRINHO “USS FREEDOM” COMO PRODUTO EDUCACIONAL	48
2.5.1 ENREDO.....	48
2.5.2 AS ILUSTRAÇÕES	50
2.5.3 A LINGUAGEM E A FÍSICA UTILIZADA.....	51
CAPÍTULO 3 – LEIS DE NEWTON	52
3.1 FORÇAS E INTERAÇÕES.....	52
3.1.1 CÁLCULO DA FORÇA RESULTANTE	52

3.2 PRIMEIRA LEI DE NEWTON.....	54
3.2.1 PRIMEIRA LEI DE NEWTON E SISTEMAS DE REFERÊNCIAIS....	56
3.3 SEGUNDA LEI DE NEWTON	58
3.3 TERCEIRA LEI DE NEWTON.....	60
CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA.	63
4.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA APLICAÇÃO DO PRODUTO	63
4.2 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	65
4.2.1 QUESTIONÁRIO PRÉVIO COM OS ALUNOS.....	65
4.2.2 LEITURA DA HISTÓRIA EM QUADRINHO	66
4.2.3 AULAS EXPOSITIVAS DIALOGADAS	68
4.2.4 PÓS-TESTE COM OS ALUNOS	69
CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	71
5.1 ANÁLISE DA RODA DE CONVERSA	71
5.2 ANÁLISES DO QUESTIONÁRIO DE PRÉ-APLICAÇÃO E DO PÓS- TESTE.....	74
5.2.1 ANÁLISE DO PRÉ-TESTE	74
5.2.2 ANÁLISE DO PÓS-TESTE	78
CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES.....	82
REFERÊNCIAS	84
APÊNDICE A MANUAL INSTRUCIONAL DE APLICAÇÃO DO PRODUTO...	87
APÊNDICE B QUESTIONÁRIO PRÉ-APLICAÇÃO DO PRODUTO.....	98
APÊNDICE C ATIVIDADE DE INTERVENÇÃO	101
APÊNDICE D QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE DO PRODUTO	102
APÊNDICE E HQ “U.S.S. FREEDOM”	104

CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO

As Histórias em Quadrinhos (HQ) é um gênero linguístico baseado em ilustrações aliadas a caixas de falas dos personagens. Dentre todos, alguns recebem maior destaque por suas contribuições. São os norte-americanos Stan Lee, Jack Kirby, Joe Simon, famosos por criar personagens eternizados, como “Capitão América”, “Homem de Ferro”, “O Incrível Hulk”, respectivamente, entre outros super-heróis que marcaram gerações.

Criados inicialmente com o intuito de demonstrar a força e soberania norte-americana, de modo a retratar o contexto político da época frente à tensão que existia no mundo em tempos de Guerra Fria (KRAKHECKE, 2009).

Desde o final do século XIX os quadrinhos já eram conhecidos em terras brasileiras. Entretanto, essas eram muitas vezes traduções de obras já conhecidas sob forte influência cultural norte-americana e europeia ou não tinham características da cultura nacional.

Considerada a primeira HQ publicada no Brasil a obra de Ângelo Agostini, “As Aventuras de Nhô Quim ou Impressões de uma Viagem à Corte” que datam de 30/01/1869 e possuíam fortes traços dessa cultura do exterior (CARDOSO 2002; CIRNE, 1990; PATATI & BRAGA, 2006).

No pioneirismo podemos contar com também a obra “Tico-Tico” (Figura 1) de Luís Bartolomeu de Souza e Silva (1905). Apesar da revista “Tico-Tico” ser vanguarda nas HQ no Brasil, seus traços e estilo pouco se ajustavam à cultura nacional e tinham fortes tendências (considerada inclusive por muitos historiadores, plágio) da cultura francesa (ANSELMO, 1975).

Figura 1: Revista Tico-Tico.

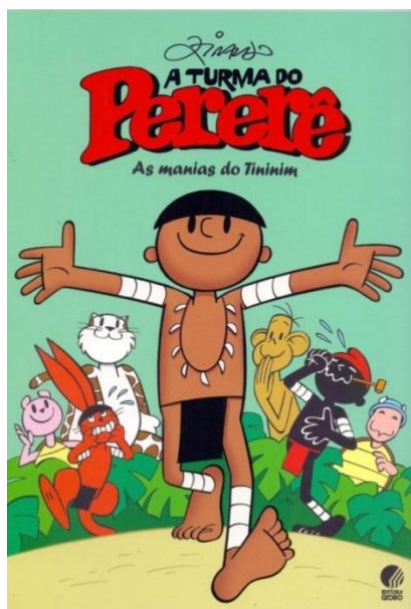


Fonte: <https://plenarinho.leg.br/index.php/2018/01/o-tico-tico-primeira-revista-em-quadrinhos-brasil/>.

Acesso em: 20/04/2020.

Somente no final da década de 1950 o primeiro quadrinho com tendências à cultura brasileira foi lançado oficialmente com o título “O Pererê”, de Ziraldo (Figura 2), que tinha como principal foco a cultura e folclore brasileiro, representando personagens da cultura local como o “saci”, representantes da fauna e o povo indígena. Seus quadrinhos traziam temas importantes como conscientização da realidade social no mundo e no Brasil, levando debates importantes para os leitores brasileiros (JÚNIOR, 2004).

Figura 2: Revista “A turma do Pererê”.



Fonte: <https://www.amazon.com.br/Turma-Perer%C3%AA-As-mancias-Tininim/dp/8525048119>.

Acesso em: 20/04/2020.

Durante a década de 1960, os quadrinhos sofrem uma forte crise de produção por conta dos altos custos de produção desse gênero e um período delicado na situação política brasileira de baixos investimentos em produções literárias. Uma grande dificuldade para as HQs brasileiras era também a desleal concorrência e assédio com as *Comics* americanas que minou por muito tempo de maneira incisiva às produções nacionais (JÚNIOR, 2004).

Em meados da década de 1970, surge no Brasil os quadrinhos do cartunista brasileiro Maurício de Sousa com a “Turma da Mônica” que se tornou, talvez, os quadrinhos brasileiros mais famosos, alcançando o público juvenil e produzidos até hoje.

As HQ possuem diversas características que fazem muito sucesso principalmente entre o público jovem. Elas possuem uma leitura de fácil entendimento, o que facilita uma experiência mais aprofundada, quando se trata da abordagem de alguma temática em que o autor deseja alcançar.

Segundo a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), é importante fazer o uso de linguagens contemporâneas e diversificadas para o educando, tanto no nível fundamental como no médio (VERGUEIRO e RAMOS, 2009).

Esse tipo de gênero textual era visto com desconfiança e preconceito pela comunidade científica, uma vez que, prioritariamente, a leitura do mesmo era compreendida como exclusivo meio de entretenimento para a maioria dos consumidores de baixa classe social e escolaridade.

Em 1997, com a incorporação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) na LDB, a relação entre as HQs e o ensino se intensificou e as HQs tornaram-se um gênero a ser trabalhado pedagogicamente em diferentes disciplinas (VERGUEIRO e RAMOS, 2009).

As HQs, quando utilizadas de maneira conjunta aos livros didáticos, constroem uma eficiente forma de trazer discussões para sala de aula e vários autores destacam os benefícios das HQ para o ensino, visto que a linguagem verbal e não verbal da HQ desperta o interesse do leitor por determinados assuntos (TESTONI; ABIB, 2001; VERGUEIRO, 2009).

O docente deve ter um planejamento, conhecimento e desenvolvimento de seu trabalho nas atividades que utilizarem as histórias em quadrinhos, independente da disciplina ministrada e, buscar estabelecer objetivos que sejam adequados às necessidades e as características do corpo discente da sala de aula, visto que isto é fundamental para a capacidade de compreensão dos alunos e de conhecimento do conteúdo aplicado (COSTA, 2014, p. 33).

Nessa perspectiva, este trabalho foi elaborado com o intuito de estimular o interesse dos discentes pela Física utilizando como ferramenta pedagógica uma história em quadrinhos, sobre uma viagem que retrata uma aventura de quatro tripulantes que fazem uma jornada pelo espaço, buscando uma forma alternativa de sobrevivência da vida humana no planeta Terra, que está sob ameaça devido a um cenário de completa destruição oriunda da exploração dos recursos naturais de forma insustentável.

Ao longo da história, podemos observar situações cujos tripulantes estabelecem diálogos entre si a respeito de fenômenos físicos, e desenvolvem várias discussões e indagações, aguçando a curiosidade e causando envolvimento do leitor com a temática, visando aproximar os conceitos físicos do aluno de maneira mais lúdica e acessível.

1.1 SITUAÇÃO PROBLEMA

Como potencializar o uso pedagógico de uma história em quadrinhos de maneira que torne o ensino de Física mais atrativo para os alunos do primeiro ano do Ensino Médio?

1.2 OBJETIVO GERAL

✓ Construir e investigar como uma história em quadrinhos pode contribuir para a melhoria no entendimento de conteúdos de Física, e os benefícios que o uso desse material didático pode trazer para discentes e docentes.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Confeccionar uma história em quadrinho como produto educacional;
- ✓ Usar as HQs como estratégia metodológica no ensino de conteúdos de Física no Ensino Médio;

- ✓ Destacar a importância da utilização das HQs como estratégia de ensino de conteúdos de Física;
- ✓ Usar as HQs como geradora da problematização no processo de discussão em sala de aula;
- ✓ Dar aplicabilidade e concretude aos conceitos físicos, objetivando promover a relação dos conceitos físicos com as situações presentes no seu cotidiano;
- ✓ Estimular a criatividade e o lúdico nas aulas de Física;
- ✓ Relatar depoimentos do ponto de vista dos alunos sobre os temas citados.

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, apresentamos os referenciais teóricos que embasam este trabalho, no qual faremos uma explicação sobre as Histórias em Quadrinhos (HQ) e alguns de seus elementos, e faremos um levantamento da utilização das HQ nos Ensinos de Ciências e Física e por fim falaremos um pouco da produção do quadrinho “*USS Freedom*”.

2.1 OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCN) E O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

No ano de 1996 ocorreu a publicação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) que visa à formação do cidadão, com o professor exercendo figura de um educador. Esse educador além de ensinar as teorias em sala de aula deve visar o desenvolvimento humano e o aluno como um indivíduo social de direitos em construção (BRASIL, 2013).

Para que as normas da LDB pudessem ser implementadas, foram criados os PCN, visando orientar escolas e professores acerca do ensino/aprendizagem em suas áreas de domínio.

Nesse contexto, os PCN têm como principal objetivo dar direcionamentos a serem seguidos pelas instituições de ensino para que seus alunos desenvolvam competências, promovendo uma visão holística do aluno enquanto ser social e não apenas como estudante (AGUIAR, 2007).

Os chamados PCN+ estabelecem orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, havendo uma proposta mais detalhada, com um volume para cada área do conhecimento. O volume de “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias”, foca o estudo para a interdisciplinaridade:

Nessa nova compreensão do Ensino Médio e da Educação Básica, a organização do aprendizado não seria conduzida de forma solitária pelo professor de cada disciplina, pois as escolhas pedagógicas feitas numa disciplina não seriam independentes do tratamento dado às demais, uma vez que é uma ação de cunho interdisciplinar que articula o trabalho das disciplinas, no sentido de promover competências (BRASIL, 2002).

Na citação acima, percebe-se claramente a busca pela interdisciplinaridade, pelo trabalho dos professores em conjunto, fazendo com que o estudante possa identificar a relação entre as ciências, associando-as e motivando seu aprendizado, tornando-o como algo concreto.

Os PCN+ apresentam a busca por um novo método de ensino de Física, voltado para a formação de um cidadão contemporâneo, de atuação e solidariedade ativa, capaz de compreender, intervir e participar em sua própria realidade.

Retoma-se, assim, a importância de contextualizar o ensino ao cotidiano do aluno, fazendo com que o mesmo compreenda e associe o assunto com casos reais. No entanto, destacamos que os PCN+ deixam claro que não há uma fórmula universal de métodos para que o ensino atinja a qualidade total, cabendo a cada profissional adotar métodos que se adaptem a realidade do aluno.

Pode-se perceber que os temas estão subdivididos para facilitar o ensino/aprendizagem nas aulas de Física. Destaca-se também, que apesar de os PCN+ proporem um ensino totalizante, os cálculos matemáticos que envolvem o estudo da disciplina não ficam de fora, pois eles devem compor a proposta curricular em questão (BRASIL, 2002).

2.2 A LINGUAGEM E OS ELEMENTOS DOS QUADRINHOS

As Histórias em Quadrinhos (HQs) eram utilizadas inicialmente apenas para o entretenimento. Somente após da década de 1950, a relação entre Ciência e as HQ se intensificou e tem ganhando destaque no cenário educacional (GUERRA, 2011).

Com um formato artístico-popular, divertido e de grande aceitação entre os leitores de todo mundo, a qual é resultado da união da imagem obtida pelo desenho e o texto escrito nos balões e descrições. A função do texto é complementar a imagem, ou seja, ofertar elementos explicativos, como algum ruído (onomatopeias), pensamentos e falas textuais (TESTONI; ABIB, 2001).

Tais características das HQs, quando unidas de forma coerente, transfiguram texto em imagem conseguindo assim a inserção do leitor na sua narrativa. As HQs possuem uma variedade de funções lúdicas e linguísticas que são úteis para explicar temas científicos complexos. A interpretação dos códigos que permeiam a HQ exige

uma atenção complexa do indivíduo, podendo o leitor usar sua capacidade de análise para o entendimento da leitura (TESTONI; ABIB, 2001).

A definição dada das HQs por Kundlatsch (2019) é que são histórias ilustradas com figuras, que representa uma prática criativa que enquadra diferentes símbolos. Consideram-se os quadrinhos como um hipergênero, englobando diversos gêneros que fazem uso de uma mesma linguagem.

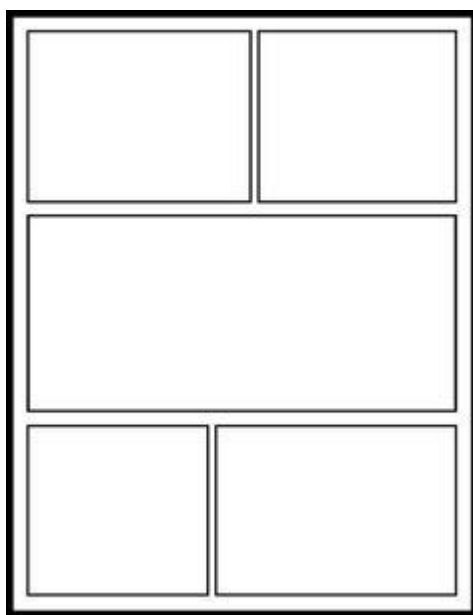
Os elementos das HQs são separados em dois grupos: i) o texto que envolve requadros, balões, recordatórios, onomatopeias e a legendas; e ii) a imagem que envolve o tipo de molduras, planos e ângulos de visão, personagens, figuras cinéticas e metáforas visuais (CAGNIN, 2014; VERGUEIRO, 2009).

2.2.1 TEXTO

2.2.1.1 REQUADRO OU VINHETA E CALHAS

São linhas (Figura 3) que delimitam onde a cena em questão do quadrinho vai ser disposta na folha. Geralmente essas linhas ganham formatos quadrados ou retangulares.

Figura 3: Requadro ou vinheta.



Fonte: Própria.

Em muitos quadrinhos essas vinhetas podem aparecer de várias formas (Figura 4), com mais ângulo, mais arredondada, circular etc., depende do modo que o quadrinista deseja, para dar mais fluidez à história.

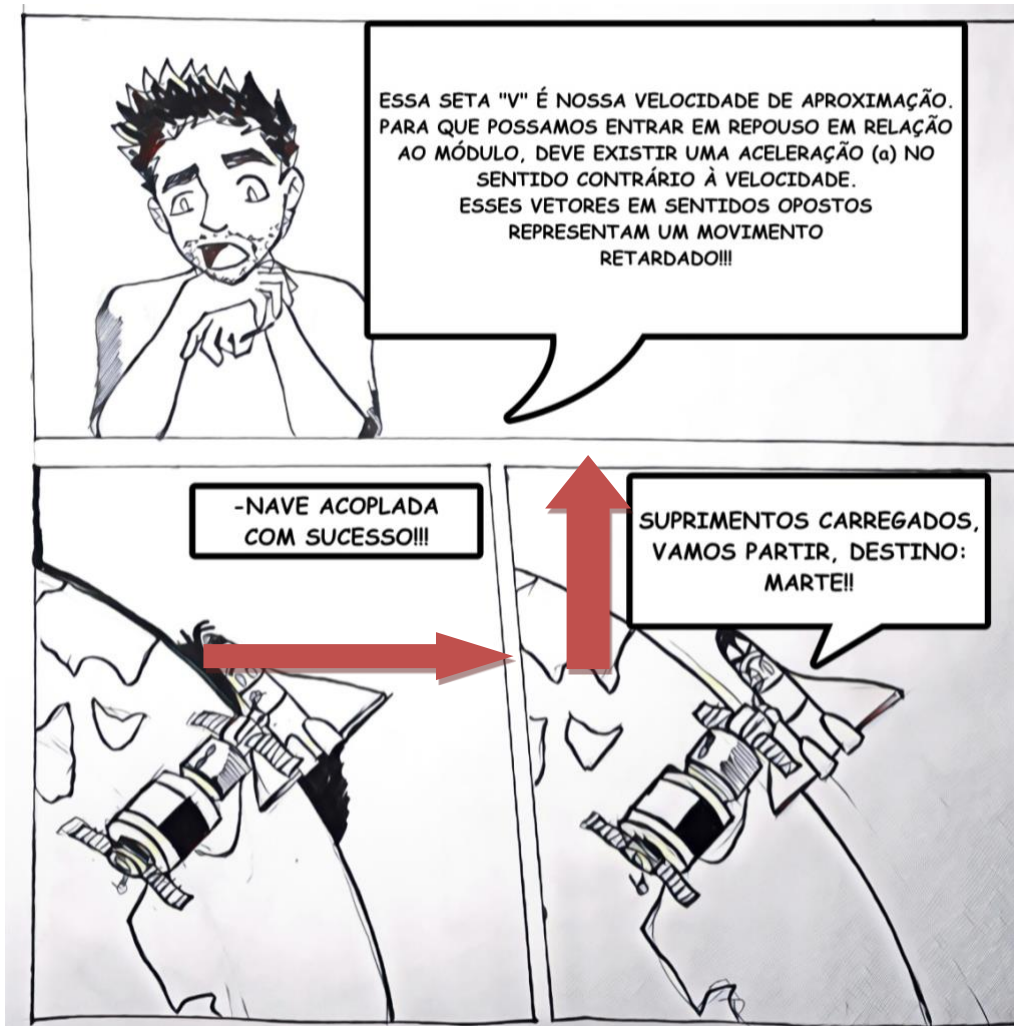
Figura 4: Vinhetas de diferentes formas.



Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/477451997990017600/>. Acesso em: 20/04/2020.

Existe um espaço entre as vinhetas que é o que separa os quadros, esse espaço vazio é chamado “calha” (Figura 5).

Figura 5: Apontamentos da posição das calhas.



Fonte: Própria.

2.2.1.2 BALÕES E RECORDATÓRIOS

Eles são uma das características mais marcantes de uma história em quadrinhos. São elementos que circunscvem a linguagem escrita a ser transmitida para o leitor. Neles são representados os diálogos calmos, gritos, pensamentos e vozes distantes (Figura 6).

Figura 6: Tipos de balões.



Fonte: Própria.

Os elementos mostrados na Figura 6 mostram como o personagem se expressou para transmitir uma mensagem, por exemplo, no quadrinho “CADÊ O BALÃO?”, é compreendido como uma fala de um personagem sem muitas expressões eufóricas, diferente da fala “CHEGA” que expressa mais firmeza ou um grito. O balão com a fala “VOCÊ SINTONIZA A 1234 FM” representa uma fala através de um aparelho eletrônico com voz produzida artificialmente como uma televisão ou um rádio. Já o balão para expressar pensamentos é caracterizado por ser composto por pequenos balões abaixo do balão maior.

Note que existe sempre um direcionamento de alguma extremidade do balão até o personagem que está expressando a fala; essa extremidade é chamada de “rabicho” (Figura 7) e aponta qual personagem está se expressando.

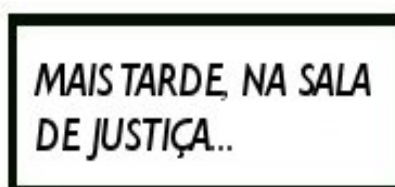
Figura 7: “Rabicho” apontando qual personagem está falando.



Fonte: <https://www.todamateria.com.br/historia-em-quadrinhos/>. Acesso em: 20/04/2020.

Já um recordatório, é um balão retangular que geralmente expressa a fala de um narrador da história que não se encontra no quadrinho (Figura 8). Em alguns quadrinhos usam o recordatório para expressar pensamentos dos personagens, apesar de não ser comum.

Figura 8: Recordatório.



Fonte: Própria.

O que configura um recordatório é a ausência de um “rabicho” que define a diferença entre os dois tipos de linhas que englobam a linguagem escrita nos quadrinhos.

É válido lembrar que nem todos os quadrinhos possuem balões, por passarem sua mensagem exclusivamente por figuras e imagens e ocasionalmente onomatopeias (Figura 9).

Figura 9: Quadrinho com ausência de balões.



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/home/#quadrinhos>. Acesso em: 04/05/2020.

2.2.1.3 ONOMATOPEIAS

As onomatopeias representam sons do ambiente que a cena está inserida, como um espirro, um soco, um toque de campainha, uma explosão etc. (Figura 10).

Figura 10: Modelos de Onomatopeias.



Fonte: https://br.freepik.com/vetores-gratis/vinhetas-comic-definidas-com-onomatopeia_1119170.htm. Acesso em: 04/05/2020.

2.2.2 IMAGENS

As imagens são os elementos gráficos que são expressos pelo cartunista. Geralmente o estilo de desenho vai variar de acordo com aspectos como: faixa etária do leitor, país de origem, se o quadrinho é de cunho científico ou entretenimento etc. É muito difícil definir os tipos de quadrinhos que existem e classificar cada um, visto que se trata de uma expressão artística inerente de cada quadrinista e seu modo de conduzir sua obra, mas podemos listar alguns como as “comics” (Figura 11).

Comic é uma expressão da língua inglesa que significa “cômico”, arremete à ideia que estas eram usadas para fins de entretenimento. A expressão “*Comics*” ficou atribuída ao estilo norte-americano de HQ que possuem duas famosas editoras de quadrinhos, a *Marvel Comics* e a *DC Comics*. As *Comics* possuem clássicos como: Homem Aranha, Batman, Homem de Ferro entre outros. Suas linhas são realistas e as ilustrações geralmente são bem coloridas com cores vibrantes.

Figura 11: Representação das Comics.



Fonte: <http://dicazika.blogspot.com/p/tipo-de-hqs-e-desenhos.html>. Acesso em: 20/04/2020.

Existe também outra linha de ilustrações que são os Mangás (Figura 12), que possuem linhas e traços parecidos com as *Comics*, mas com expressões corporais e faciais mais exageradas. Um ponto marcante nesse tipo de ilustração é a ausência de cores, pois os Mangás são em preto e branco.

Figura 12: Representação dos Mangás.



Fonte: <https://playreplay.com.br/dragon-ball-super-panini-manga-brasil/>. Acesso em: 20/04/2020.

Podemos exemplificar também as ilustrações de Mauricio de Sousa como em formato Gibi. São geralmente destinadas para o público juvenil (Figura 13). Possuem personagens com características exageradas como olhos e cabeça grandes em relação ao corpo e personificação de objetos e animais.

Figura 13: HQ brasileiro “Turma da Mônica”.



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/home/#quadrinhos>. Acesso em: 04/05/2020.

2.2.2.1 PLANOS DE VISÃO

Os planos e os ângulos de visão é a maneira que a vinheta está representando o ambiente e/ou os personagens em cada momento do enredo. A forma que esses planos aparecem na HQ depende muito do estilo de criação e de qual expressão deve ser evidenciada em determinado momento da história. Esses planos e ângulos constituem técnicas de fotografia e filmagem igualmente observadas em fotos e filmes. Diversos planos e ângulos existem e podem ser elencados.

Plano Geral é o plano que geralmente representa cenários completos e personagens de corpo completo, sem cortes e com uma visão bem ampla (Figura 14). Não existe um foco em um determinado objeto ou lugar específico.

Figura 14: Plano Geral.



Fonte: http://www.multirio.rj.gov.br/media/PDF/pdf_1233.pdf. Acesso em: 02/05/2020.

O **Plano aberto** (Figura 15) é um foco mais específico e próximo de um personagem ou objeto, fazendo a captura ou representação por completo, o foco agora é em um ponto específico e sua representação aparece sem cortes.

Figura 15: Plano aberto.



Fonte: Própria.

Plano Americano (Figura 16) é bastante utilizado e geralmente existe um foco do joelho pra cima, focando nas expressões corporais e representando mais riqueza de detalhes os personagens.

Figura 16: Plano Americano.



Fonte: http://www.multirio.rj.gov.br/media/PDF/pdf_1233.pdf. Acesso em: 02/05/2020.

O tipo de **Plano Médio** foca na região cintura até a cabeça, enfatizando agora as expressões da região dorsal (Figura 17).

Figura 17: Plano médio.



Fonte: Própia.

Close ou Primeiro Plano é quando a representação artística está querendo representar apenas o rosto do personagem e suas expressões faciais (Figura 18).

Figura 18: “Close”.



Fonte: <https://susanavgoncalves.wordpress.com/2015/02/09/tipos-de-planos/>. Acesso em: 22/04/2020.

O **Plano Detalhe** baseia-se em foco em uma parte específica do rosto do personagem ou em alguma expressão de seu rosto como parte dos olhos e boca (Figura 19).

Figura 19: Plano detalhe.



Fonte: <https://garfield.com>. Acesso em: 22/04/2020.

2.2.2.2 ÂNGULOS DE VISÃO

Ângulo Plongée é quando a cena está sendo representada de “cima para baixo” (Figura 20). A palavra Plongée, em tradução livre do Francês para o Português, significa “mergulho”,

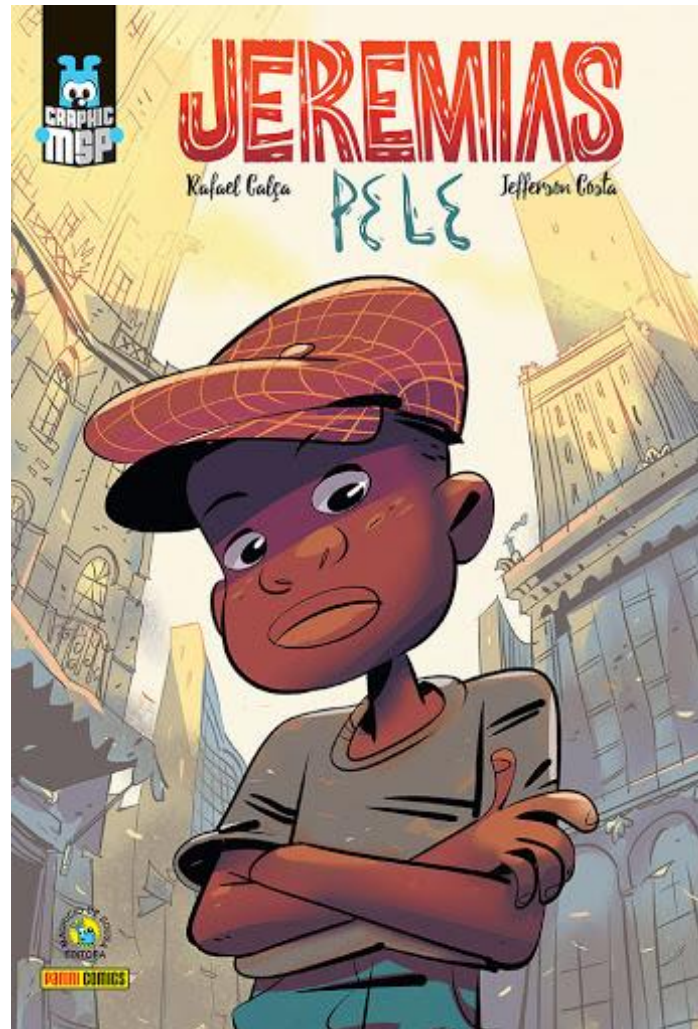
Figura 20: Ângulo plongée.



Fonte: <http://www.ufjf.br/revistaveredas/files/2017/11/9-Modelo-did%C3%A1tico-do-g%C3%A1nero-digital-HQtr%C3%B4nicas.pdf>. Acesso em: 22/04/2020.

Ângulo contra Plongée é o tipo de técnica que é o inverso da anterior, que é a representação da cena agora de “baixo para cima” (Figura 21).

Figura 21: Ângulo contra plongée.



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/home/#quadrinhos>. Acesso em: 22/04/2020.

Ângulo Zenital é quando a representação na vinheta tem um ângulo totalmente a 90º graus em relação ao plano dos personagens (Figura 22).

Figura 22: Ângulo zênital.



Fonte: <http://www.universohq.com/reviews/jeremias-pele/>. Acesso em: 22/04/2020.

Ângulo contra Zenital é a representação da cena do quadrinho para a representação, no entanto, agora é formando totalmente um ângulo de 90° graus com o plano do personagem, porém de “baixo para cima” (Figura 23).

Figura 23: Ângulo contra zenital.



Fonte: <https://www.sinclausulas.com/2100-millones-clausulas-suelo>. Acesso em: 22/04/2020.

2.2.3 PERSONAGENS, LINHAS CINÉTICAS E METÁFORAS VISUAIS

Personagem é toda aquela pessoa, indivíduo, objeto ou animais personificados que atuam de maneira ativa ou passivamente de um quadrinho, realizando um papel no desenvolvimento da HQ. Os personagens desempenham o papel de conduzir as histórias em quadrinhos, que dependendo do estilo da HQ pode ser uma pessoa, uma criatura fictícia, um animal ou até mesmo um objeto com formas humanas. A Turma da Mônica (Figura 24) usa de muitos dos estilos de personagens que vai desde projeções mais realistas de alguns personagens até objetos e animais falantes para desenvolver suas histórias.

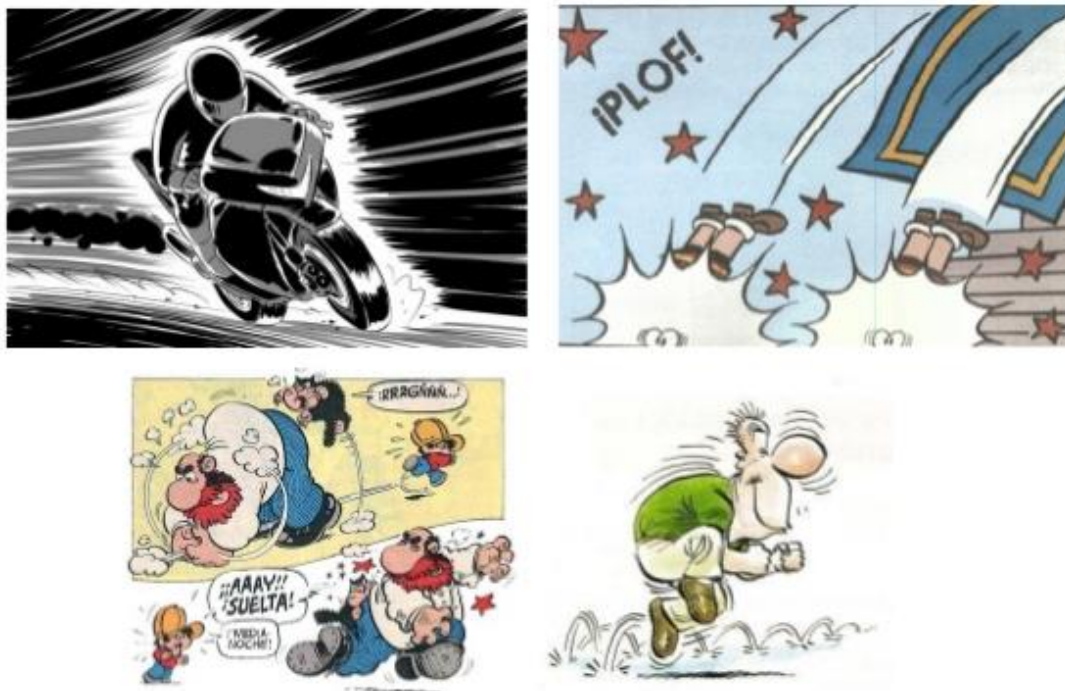
Figura 24: Turma da Mônica.



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/home/#quadrinhos>. Acesso em: 04/05/2020.

As linhas cinéticas (Figura 25) são traços que desempenham um papel fundamental para dar a ideia de movimento ou trajetória de algum objeto ou personagem, deixando mais clara a ideia de movimento do personagem de algum objeto em suas mãos ou alguma parte de seu corpo.

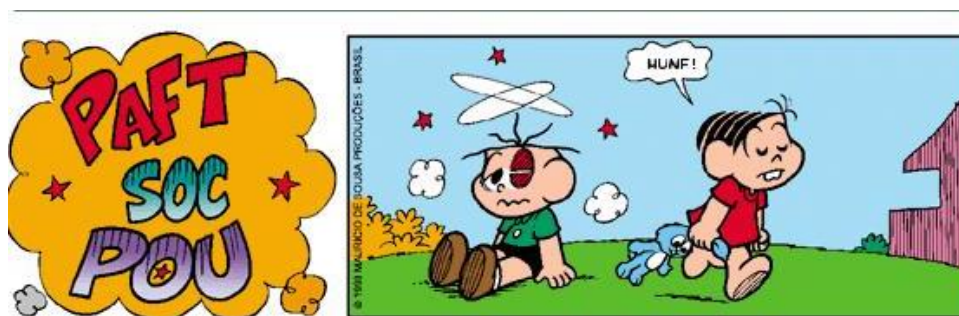
Figura 25: Linhas cinéticas.



Fonte: <https://pt.slideshare.net/rafikylopez/cuaderno-de-trabajo-elementos-bsicos-del-cmic/9>. Acesso em: 22/04/2020.

As metáforas visuais são desenhos ou representações que indicam a ideia de um sentimento ou um acontecimento com o personagem. Podemos representar o surgimento de uma ideia como uma lâmpada acesa sobre a cabeça do personagem, um sentimento de carinho e afeto como corações em sua volta, uma música tocando como claves de notas musicais e sensação de dor como estrelas em volta da cabeça do personagem (Figura 26).

Figura 26: Metáforas visuais.



Fonte: <http://turmadamonica.uol.com.br/home/#quadrinhos>. Acesso em: 22/04/2020.

2.3 USO DE QUADRINHOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

As HQs têm ganhado espaço no contexto escolar por serem leituras de boa compreensão e por seu caráter lúdico, tornando-se uma ótima aliada nas aulas de Ciência.

Para Gonçalves (2010) a grande dificuldade no ensino de ciências está principalmente nas soluções de situações por meio de equações matemáticas e interpretação de textos, o que são as maiores carências cognitivas em estudantes do Ensino Médio no Brasil.

Costa (2014) aponta o ensino tradicional através de aulas expositivas e utilização de livros didáticos com pouca demonstração lúdica como sendo um dos responsáveis pela falta de interesse dos estudantes no ensino de Ciências, gerando uma impressão, por parte desses, que as ciências se resumem à solução de equações matemáticas.

A necessidade de aplicar diferentes maneiras de abordar determinados assuntos para com os estudantes vem se tornado um desafio diário. Cabendo ao professor buscar novas formas de ensinar que se ajustem à realidade do educando, promovendo ao estudante maior capacidade de interpretação textual e também maior habilidade para solucionar equações, de maneira que o conhecimento seja significativo para o aluno (COSTA, 2014).

Dentro desse cenário, as HQs têm sido utilizadas no ensino de ciências para contornar as dificuldades em sala de aula. Uma vez que, com os elementos presentes nas HQs como as ilustrações, balões e onomatopeias, é possível experimentar uma maior imersão no problema a ser resolvido e instigar o estudante a buscar a solução para determinada situação (MAIA, 2011).

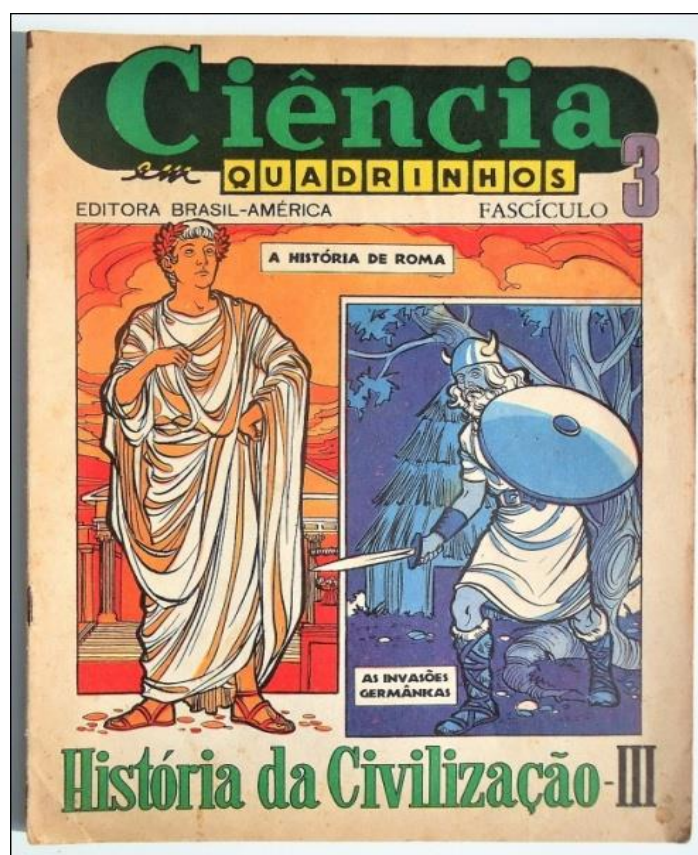
O professor é peça fundamental no processo de ensino e aprendizagem, assim sendo, para utilizar as HQs em sala de aula é necessário que o educador conheça não somente os tópicos da disciplina que leciona, mas também como se configura e as características marcantes das HQs como vinhetas, requadros, balões e onomatopeias (PEREIRA, 2010).

Segundo Júnior (2004), as HQs podem gerar maior interesse por parte dos estudantes do que os próprios livros didáticos. Essa vantagem não deve ser interpretada como sendo substituta dos livros didáticos e sim como sendo uma

complementação para chamar a atenção do estudante, contribuído com o estímulo interpretativo e criador desse tipo de leitura.

No Brasil os quadrinhos relacionados com a ciência circulam desde o final da década de 1940 (PIERRO, 2018). A obra “Ciência em quadrinhos” (Figura 27) publicada pela extinta editora Brasil-América, entre os anos de 1953 e 1958, é um bom exemplo disso.

Figura 27: Quadrinho “Ciência em quadrinhos”.



Fonte: <https://casadocolecionador.net/media/team/2019/0503/15569255859909.jpg>. Acesso em: 18/01/2020.

O quadrinho “Ciência popular” (Figura 28) foi publicado em toda década de 1950 e fazia publicações de artigos, notícias, textos ilustrados e história em quadrinhos, algumas adaptadas dos Estados Unidos da América, com explicações científicas; um tema muito abordado era energia nuclear (FIORAVANTI; ANDRADE; MARQUES, 2016).

Figura 28: HQ “Ciência Popular”.



Fonte: <http://conradoleiloeiro.com.br/peca.asp?ID=619093>. Acesso em: 18/01/2020.

Desde 2009 os quadrinhos de Carlos Ruas abordam temas da ciência com humor e ironias. Sua obra ficou conhecida por “Um sábado qualquer” (Figura 29) que possui personagens reais da Ciência como Albert Einstein e Charles Darwin.

Figura 29: Quadrinho “Um sábado qualquer”.



Fonte: <https://www.umsabadoqualquer.com/1400-ciencia/>. Acesso em: 18/01/2020.

Além disso, as HQs têm sido usadas para a propagação de resultados de pesquisa complexas e divulgação científica. A revista *Science* em 2015 publicou um HQ, como um guia, comemorando 100 anos da teoria da relatividade geral de Einstein (Figura 30), fazendo uma abordagem lúdica para tratar de assuntos complexos (PIERRO, 2018).

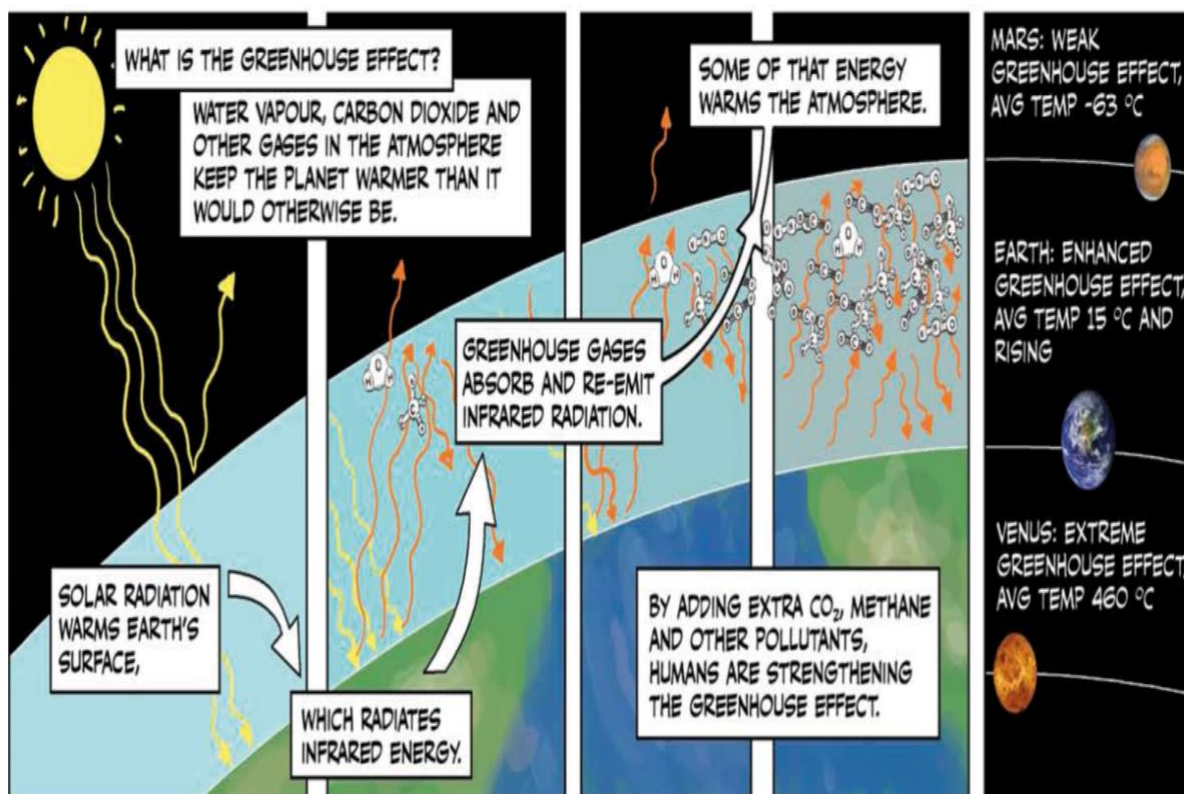
Figura 30: HQ da revista *Science*.



Fonte: <http://www.astropt.org/2015/03/14/super-einstein/>. Acesso em: 18/01/2020.

No mesmo ano a revista *Nature* publicou uma HQ que fala sobre questões climáticas das últimas décadas (Figura 31), seus impactos na sociedade e esforços para se chegar a um acordo internacional (PIERRO, 2018).

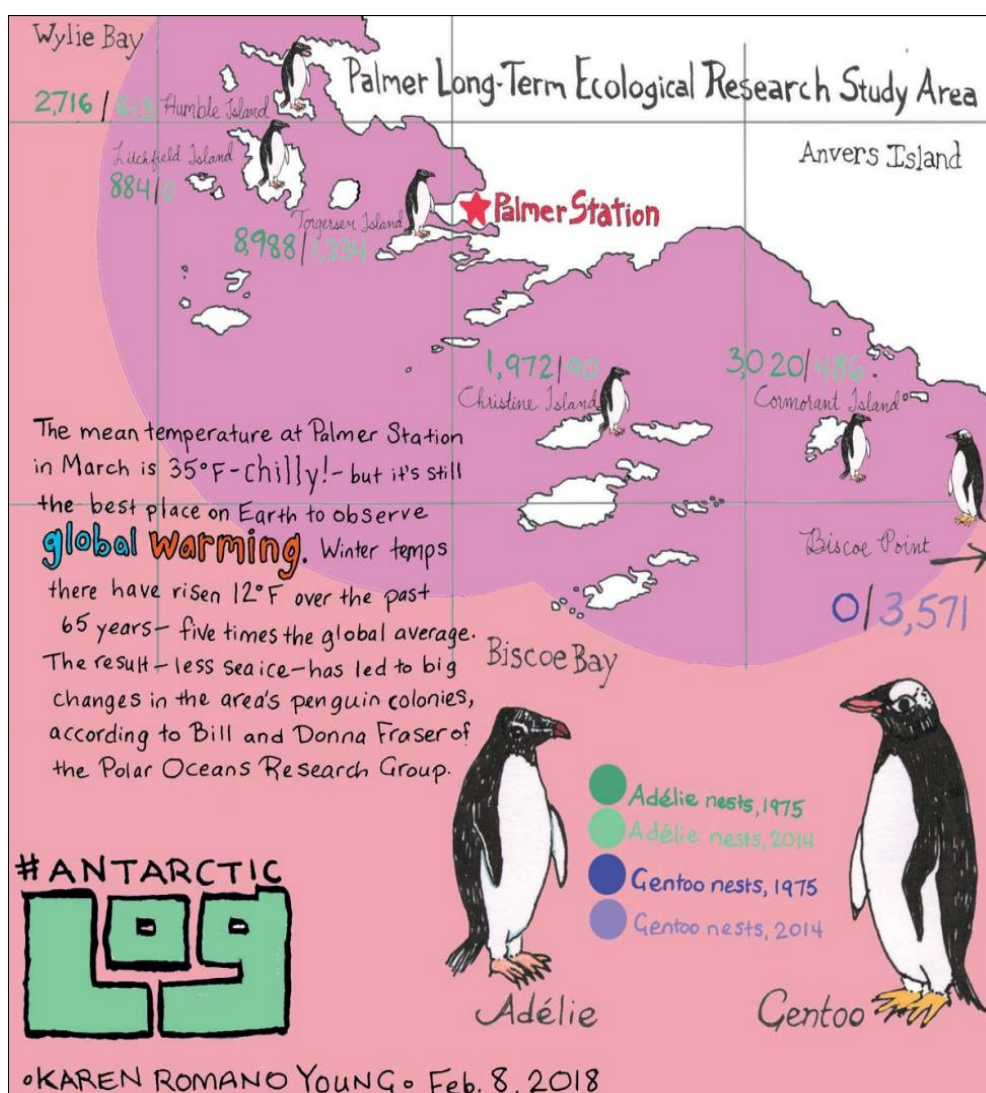
Figura 31: HQ da revista Nature.



Fonte: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2018/07/17/ciencia-em-tirinhas/>. Acesso em: 18/01/2020.

Quando em 2018 a ilustradora Karen Romano Young embarcou em um navio oceanógrafo com destino à Antártida, seu trabalho era transformar resultados complexos dos trabalhos de pesquisa feitas naquele local, principalmente no que diz respeito ao estudo de comunidades microbiológicas, em ilustrações que fossem de fácil leitura para público mais jovem e leigo. Karen diz: "A linguagem das HQs permite a compreensão mais rápida de temas científicos ao explorar recursos visuais e não apenas de texto, deixando o conteúdo mais atraente". Seu trabalho ficou conhecido por *Antarctic log* (Figura 32) (PIERRO, 2018).

Figura 32: HQ Antarctic log.



Fonte: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2018/07/17/ciencia-em-tirinhas/>. Acesso em: 18/01/2020.

2.4 QUADRINHOS PARA O ENSINO DE FÍSICA

As HQs com sua linguagem simples e ilustrações que chamam a atenção do público, são boas alternativas na busca de novos métodos de ensinar Física. Segundo Testoni (2001) o professor não deve fornecer uma resposta pronta, e sim fazer o aluno chegar a uma conclusão.

As aventuras de Anselmo Curioso (Figura 33), criada pelo físico francês Jean-Pierre Petit, foi o primeiro exemplo de trabalho de divulgação científica, ressaltando assuntos complexos, narrando diversos tópicos da Física, como a teoria da relatividade, do Big Bang e os buracos negros.

Figura 33: Obra “As aventuras de Anselmo Curioso”.



Fonte: https://d1pkzhm5uq4mnt.cloudfront.net/imagens/capas/_1360dbf77a5df8a75b27ddb729f112de55ff0c9c.jpg. Acesso em: 11/08/2019.

Apesar das Aventuras de Anselmo Curioso não possuir algumas características clássicas das HQs como vinhetas, calhas e muitas vezes balões de falas, possuem uma configuração próxima à HQ, fazendo o uso de ilustrações e linguagem escrita para descrever determinadas situações.

Petit em suas profundas discussões abordava através de ilustrações temas complexos como a Teoria da Relatividade (Figura 34) proposta por Albert Einstein.

Figura 34: Einstein e a Teoria da Relatividade “Aventuras de Anselmo Curioso”.



Fonte: https://artedafisicapibid.blogspot.com/p/historias-em-quadrinhos-de-fisica_15.html. Acesso em: 11/08/2019.

Anselmo, o personagem principal da história, é sedento pelo conhecimento. Quando não satisfeito com algumas explicações de cientistas famosos (como o próprio Einstein), sempre questionava e pedia quando necessário uma nova

abordagem sobre os temas apresentados. Como podemos ver, na Figura 35 mostra uma segunda abordagem sobre o entendimento de buracos negros.

Figura 35: Einstein e a Teoria da Relatividade “Aventuras de Anselmo Curioso”.



Fonte: https://artedafisicapid.blogspot.com/p/historias-em-quadrinhos-de-fisica_15.html. Acesso em: 11/08/2019.

Tratando de trabalhos feitos na América do sul, na Argentina, o HQ “Luz, Cámara, Ciencia: Exploradores de la UNC” (Figura 36) foi apresentado na prestigiada *Feria del Libro* em Córdoba no ano de 2013. Trata-se de um relato ficcional sobre as viagens de um professor de Física, um cinegrafista, uma Geóloga e um estudante, com o objetivo de realizar uma série de documentários (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2015).

Figura 36: HQ “Luz, Cámara, Ciencia”.



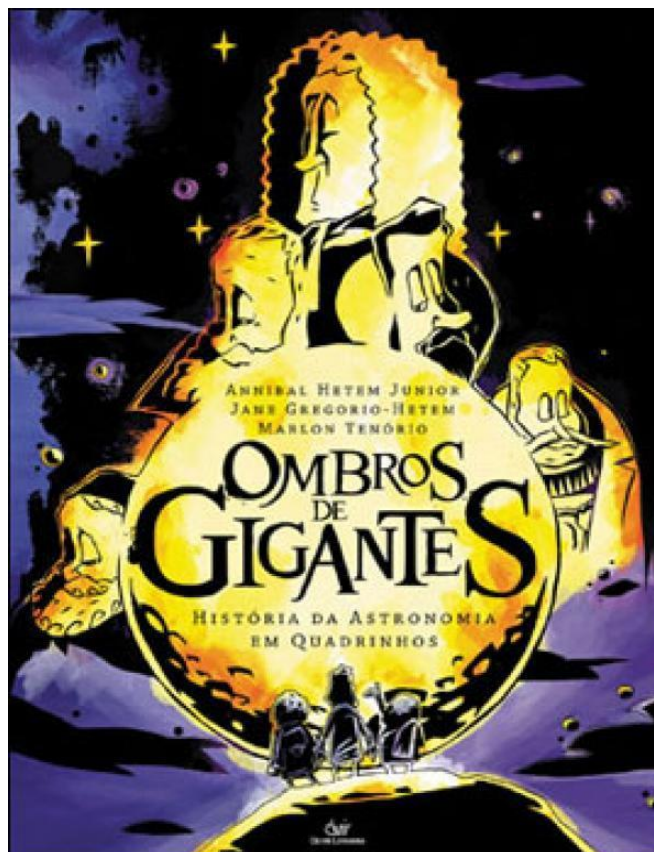
Fonte: https://i1.wp.com/www.hoylauniversidad.unc.edu.ar/2013/septiembre/luz_camara_ciencia_1.png. Acesso em: 12/08/2019.

Embora inúmeros quadrinhos de divulgação científica tenham sido produzidos em diversos países nas últimas décadas, é tímida a produção do gênero sendo publicados em nosso país.

Mas podemos identificar a revista *Ombros de Gigantes* (2011) (Figura 37), roteirizada pelos astrofísicos Annibal Hetem Junior e Jane Gregório-Hetem, com desenhos do ilustrador alagoano Marlon Tenório. Publicada pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a revista é distribuída como material paradidático na rede pública de ensino, para estudantes de Ensino Médio.

Seu objetivo é promover o aprendizado de conceitos básicos de Física e história da ciência com o intuito de estimular a popularização da astronomia.

Figura 37: Revista “Ombros de gigantes”.

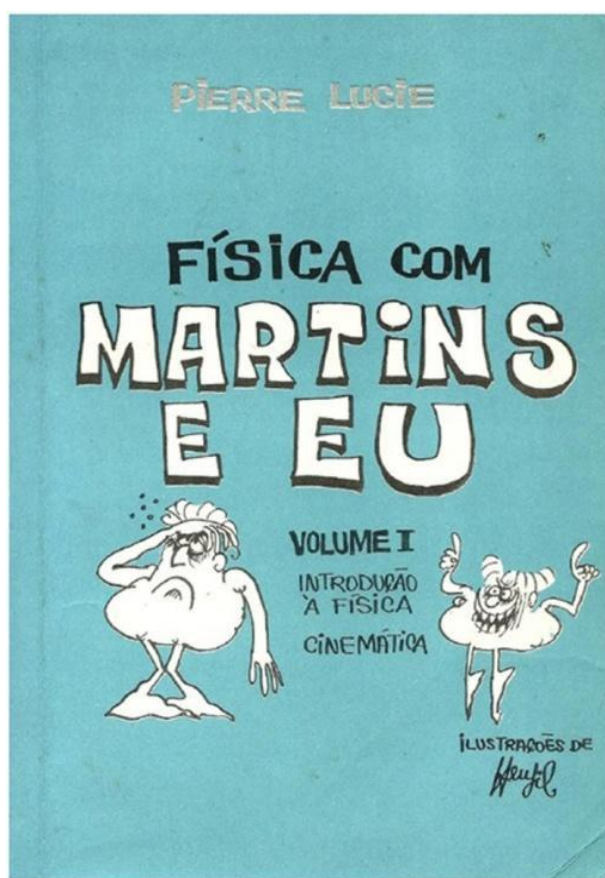


Fonte: <http://lojasaraiva.vteximg.com.br/arquivos/ids/6972459/768448.jpg?v=637075253441730000>.

Acesso em: 12/08/2019.

Podemos destacar, também, como uma obra de significativa notoriedade que retrata a Física de maneira lúdica e interativa, a obra do físico francês Pierre Henri Lucie com sua obra “Física com Martins e Eu” no ano de 1970. Em 1945 Pierre Lucie mudou-se para o Brasil onde sua obra “Física com Martins e eu” (Figura 38) foi elaborada juntamente com o cartunista brasileiro Henrique de Souza Filho (Henfil). A obra tratava-se de um aluno dotado de senso crítico e curiosidade, que formulava questionamentos com seu professor exercitando reflexões e experimentações, situações geralmente semelhantes às que aconteciam nas aulas do professor Pierre Lucie. O Quadrinho transformou-se em livro didático, prestigiando o grande trabalho do autor Francês para os leitores brasileiros.

Figura 38: Revista “Física com Martins e eu”.



Fonte: <http://www.scielo.br/img/revistas/rbef/v39n4//1806-1117-rbef-39-04-e4603-gf07.jpg>. Acesso em: 13/08/2019.

Após essa breve explanação sobre algumas referências sobre quadrinhos que abordam Ciências e em especial a Física, fica claro que o uso desse tipo de linguagem pode ser positiva para o ensino de Física.

Trabalhos realizados como de Testoni e Abib (2001), que propuseram, inicialmente, abordagens usando HQ com conceitos de inércia para estudantes do Ensino Fundamental, servem para elucidar a importância do uso diversificado de ferramentas lúdicas como as HQs para o ensino de ciências e em especial a Física. Esse ensino respalda-se na incorporação em 1997 dos PCN na LDB, o que permitiu o uso de HQs para o ensino tornasse recomendável.

Desde então a grande maioria dos livros didáticos distribuídos para a rede de ensino traz HQ para abordar alguns tópicos da Física. Podemos tomar como exemplos Gaspar (2010); Máximo e Alvarenga (2010); Silva e Barreto (2010); Fuke

e Yamamoto (2010), que são obras destinadas para o Ensino Médio e têm ampla aceitação nas escolas de todo Brasil (CALDAS, et al. 2013).

Segundo Caldas (2013), a HQ que mais foi utilizada foi o clássico quadrinho de Garfield, obra do cartunista Jim Davis. Podemos observar um exemplo de uma tirinha (recorte ou uma pequena HQ de no máximo três ou quatro quadros) fazendo uma sátira sobre o conceito de pressão (Figura 39).

Figura 39: Tirinha “Garfield”.



Fonte: <https://www.stoodi.com.br/exercicios/puc-sp/1998/questao/puc-sp-1998-garfield-o-personagem-da-historia-a-seguir-e/>. Acesso em: 12/03/2020.

Apesar do duplo sentido da “fala” da balança, a tirinha pode ser utilizada para inicialmente chamar a atenção do estudante e provocar uma discussão mais aprofundada do conceito que ali foi apresentado, deixando o estudante mais a vontade para falar sobre conceitos relacionados a vida cotidiana e a Física.

Trabalhos realizados por Caruso e Freitas (2009) mostram que é possível usar os quadrinhos para o ensino de tópicos da Física visto como mais complexos, como conceitos de espaço-tempo, singularidade e definições elaboradas sobre massa e energia propostos por Albert Einstein em 1905. Abaixo está um recorte das tirinhas iniciais do trabalho realizado pelos autores (Figura 40).

Figura 40: HQ sobre relatividade.



Fonte: CARUSO E FREITAS, 2009.

Na conclusão do trabalho dos autores Caruso e Freitas (2009), foi constatado que de fato as HQ trata-se de uma ferramenta muito importante que pode ser utilizada para auxiliar a compreensão de fenômenos e situações descritas, ajudando o professor no lúdico e permitindo maior concentração dos estudantes no momento inicial das discussões com os alunos.

2.5 O QUADRINHO “USS FREEDOM” COMO PRODUTO EDUCACIONAL

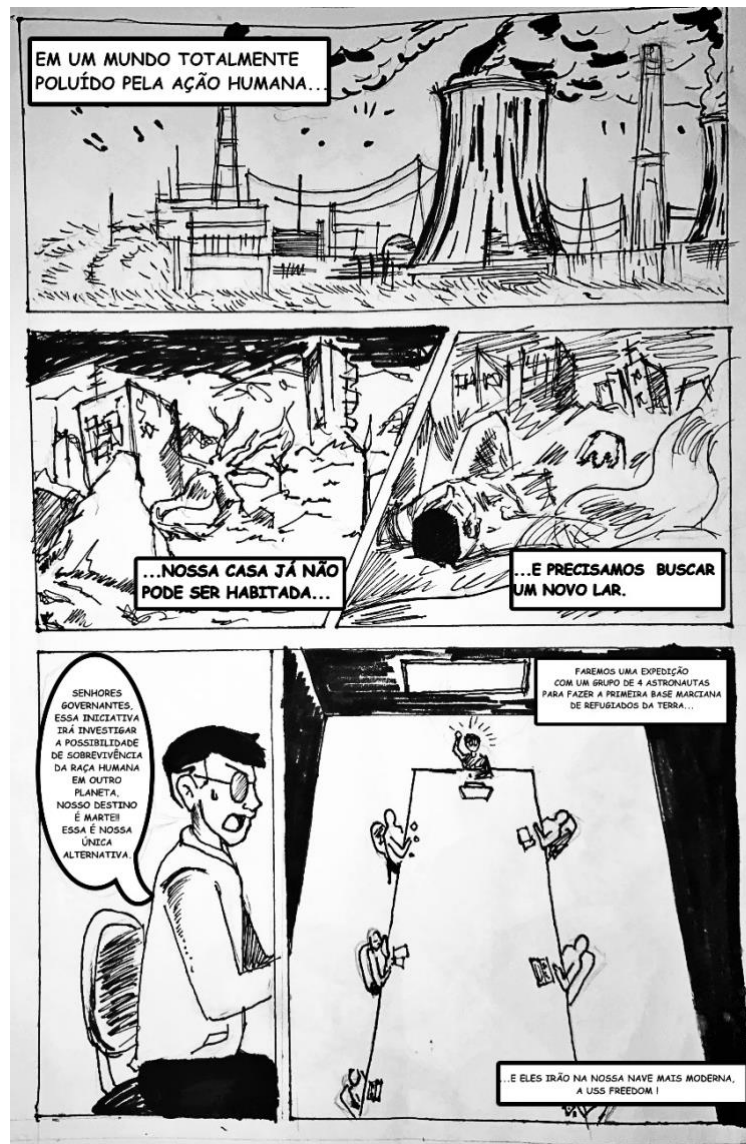
Durante a construção do quadrinho “*USS Freedom*” experimentamos uma série de desafios que vão desde desenvolvimento de seu enredo, permeando as ilustrações, às adversidades de representar, através de figuras, situações que pudessem representar de maneira lúdica e compreensível, conceitos físicos, ajustes na linguagem para facilitar a leitura e captação dos preceitos descritos nos quadrinhos.

2.5.1 ENREDO

O enredo se baseia em um planeta Terra em ruínas que depende dos “atos heróicos” por meio de façanhas desempenhadas pelos personagens para que a humanidade tenha chance de sobreviver. Esse clamor dá ao quadrinho ares de

histórias épicas vistas nos grandes filmes de ficção, chamando a atenção inicial do leitor (Figura 41).

Figura 41: Página inicial "USS Freedom".



Fonte: Própria.

O significado do nome da nave provém de algumas citações da ficção científica. A sigla “USS” é bastante conhecida por ser o prefixo dos nomes das naves estelares da clássica franquia norte-americana *Star Trek* (1966), famosa por seus desdobramentos épicos e aclamados em todo globo. Já o segundo nome “Freedom”, é uma palavra da língua inglesa que significa “liberdade”, o que dá todo o sentido ao

objetivo final da história que é libertar a humanidade do cenário apocalíptico em que o planeta se encontra.

Ao longo da história os personagens fazem diálogos entre si, trazendo questionamentos originados por determinados acontecimentos e/ou decisões realizadas pelos personagens, culminando na discussão sobre determinados conceitos físicos.

O enredo do quadrinho teve bastante preocupação em trazer personagens com características diferentes, desde o gênero até sua personalidade, visando promover a igualdade entre as diferenças e superação de preconceitos.

2.5.2 AS ILUSTRAÇÕES

Um aluno da escola em que o produto foi aplicado tem como hobby o desenho, o ilustrador Fabiano Vieira. Assim ficou a cargo do mesmo desenvolver as ilustrações, com as devidas orientações de como e em que momento no quadrinho determinada ilustração deveria ser produzida.

Todavia, existem também opções na internet de programas que produzem quadrinhos. Encontramos vários programas para confecção dos quadrinhos através de softwares computacionais, por exemplo, o *Pixton* (Figura 42) que dá a oportunidade ao usuário montar seus próprios quadrinhos de maneira bem simples.

Figura 42: Pixton



Fonte: <https://www.pixton.com/br/>. Acesso em 20/04/2020.

2.5.3 A LINGUAGEM E A FÍSICA UTILIZADA

A linguagem usada nos quadrinhos procurou ser a mais simplificada possível, tentando livrar ao máximo de termos técnicos e sofisticados, permitindo uma leitura dinâmica e fluida. Entretanto, por mais que exista um esforço para evitar termos mais elaborados, em alguns momentos é necessária uma linguagem mais formal pelo ponto de vista da Física.

A Física exposta no produto é de maneira geral conceitual, fazendo discussões para abordar determinado tópico. A construção do conhecimento se deu através do rompimento de paradigmas de erros conceituais comuns presentes nas discussões que aconteceram com os estudantes ao final da leitura do quadrinho.

Foi evitado ao máximo o uso de equações rebuscadas e com muitas variáveis para não causar antipatia à primeira vista. As equações usadas nos quadrinhos são todas vistas no primeiro ano do Ensino Médio e a grande maioria dos alunos já possuem certa familiarização.

CAPÍTULO 3 – LEIS DE NEWTON

Isaac Newton em sua obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (ou com tradução livre: “Princípios Matemáticos da Filosofia Natural”, elaborou leis que permitem lidar com uma variedade de interações, descrevendo essas interações como forças que agem entre objetos. Cada interação representa uma força diferente, que depende das diferentes condições que os objetos interagem. Contudo, todas obedecem aos mesmos princípios elaborados por Newton e que ficaram conhecidos como Leis de Newton (GREF, 1998).

3.1 FORÇAS E INTERAÇÕES

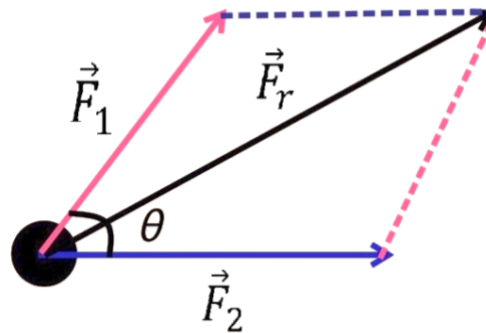
O conceito de força nos fornece uma descrição quantitativa da interação entre dois corpos ou entre os corpos e seu ambiente. Quando uma força envolve contato direto entre os corpos, ela é chamada de força de contato, quando atua a distância é chamada de força de campo. Existem vários tipos de força, no entanto, elas podem ser descritas por apenas quatro classes de forças fundamentais como: Força gravitacional; Força eletromagnética; Força forte; Força fraca. Força é uma grandeza vetorial e, como tal, possui módulo, direção e sentido.

Quando existe mais de uma força atuando sobre um corpo, ao invés de estudarmos a influência de cada uma delas, estudamos como o conjunto de forças se comportam. Esse conjunto de forças é pensado como se fosse apenas uma força equivalente a todas as forças juntas e é definida como força resultante.

3.1.1 CÁLCULO DA FORÇA RESULTANTE

Como falado anteriormente, a força resultante é uma força imaginária que é capaz de substituir, de forma equivalente, todo o conjunto de forças existentes. Por exemplo, considere que são aplicadas duas forças \vec{F}_1 e \vec{F}_2 com direções diferentes fazendo entre si um ângulo θ , sobre um corpo puntiforme (dimensões desprezíveis) (Figura 43):

Figura 43: Vetores de forças.



Fonte: Própria.

A obtenção da força resultante é feita quando somamos as forças algebricamente:

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

Obtemos, portanto, através do produto interno:

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

A força resultante tem a mesma direção e sentido das forças aplicadas quando as forças forem de mesma direção e sentido ($\theta = 0$), temos neste caso:

$$\begin{aligned} F_r^2 &= F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \\ F_r^2 &= (F_1 + F_2)^2 \\ F_r &= F_1 + F_2 \end{aligned} \quad (3)$$

Quando as forças forem de mesma direção e sentido contrário ($\theta = 180^\circ$), temos:

$$\begin{aligned} F_r^2 &= F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \\ F_r^2 &= (F_1 - F_2)^2 \\ F_r &= F_1 - F_2 \end{aligned} \quad (4)$$

Quando as forças aplicadas forem perpendiculares ($\theta = 90^\circ$), temos: (Obs: $\cos 90^\circ = 0$)

$$F_r^2 = F_1^2 + F_2^2 \quad (5)$$

Podemos generalizar o cálculo da força resultante para um sistema onde n forças estão sendo aplicadas sobre um corpo:

$$\vec{F}_r = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n \quad (6)$$

É importante ressaltar que o efeito sobre o movimento de um corpo produzido por um número qualquer de forças, é o mesmo produzido por uma força única igual a soma vetorial de todas as forças. Essa soma denomina-se o princípio de superposição das forças (SEARS, 1978).

3.2 PRIMEIRA LEI DE NEWTON

Quando o corpo está em repouso, e se nenhuma força resultante está atuando sobre ele, este corpo deve permanecer em repouso. Antes de Galileu a maioria dos filósofos pensava que fosse necessária alguma influência ou força para manter um corpo em movimento. Supunham que um corpo em repouso estivesse em seu estado natural. Acreditavam que para que um corpo movesse em linha reta com velocidade constante fosse necessário algum agente externo empurrando-o continuamente, caso contrário ele iria parar.

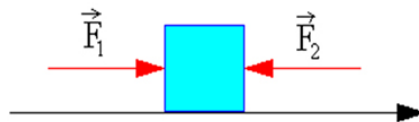
Foi difícil provar o contrário dada a necessidade de livrar o corpo de certas influências, como o atrito. Contudo, estudando o movimento de corpos em superfícies cada vez mais planas e lisas, Galileu observou ser necessária uma força para modificar a velocidade de um corpo, mas nenhuma força é necessária para manter essa velocidade constante. Assim, ele estabeleceu que na ausência de forças, um objeto móvel deverá continuar se movendo. A tendência dos objetos resistirem à mudança de movimento foi o que Galileu chamou de inércia.

Newton refinou a ideia de Galileu e formulou sua primeira lei, convenientemente chamada de lei da inércia: "Considere um corpo no qual não atue nenhuma força resultante, se o corpo estiver em repouso ele permanecerá em

repouso. Se ele estiver em movimento com velocidade constante, ele continuará nesse movimento".

Sejam \vec{F}_1 e \vec{F}_2 as forças que atuam num corpo, iguais em módulo e paralelas entre si, porém em sentidos contrários conforme mostra a Figura 44:

Figura 44: Forças em um bloco.



Fonte: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicio-sobre-inercia-massa-forca.htm>. Acesso em: 22/03/2020.

Temos então que $\vec{F}_2 = -\vec{F}_1$, portanto a soma das forças é igual a zero.

$$\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_1 + (-\vec{F}_1) = \vec{0} \quad (7)$$

Jim Davis com o clássico "Garfield" abordou essa definição em uma das suas tirinhas (Figura 45).

Figura 45: Tirinha "Garfield".



Fonte: <http://fisicaantoniovaladares.blogspot.com/2011/06/tiras-de-humor-envolvendo-as-leis-de.html>. Acesso em: 22/03/2020.

Garfield, entretanto, poderia ter complementado que corpos que se movem com velocidade constante tendem a permanecer nesse movimento, desde que

nenhuma força externa atue sobre esse sistema, ou se existirem, que tenham resultante nula.

3.2.1 PRIMEIRA LEI DE NEWTON E SISTEMAS DE REFERÊNCIAS

A primeira lei de Newton que parece ter um resultado bastante óbvio é muito importante porque nos permite identificar um conjunto de sistema de referência nos quais as leis da mecânica clássica são válidas, ou seja, nos permite identificar um conjunto de referências nos quais todos os observadores medirão a mesma aceleração para um corpo em movimento. Essa lei pode ser expressa na seguinte forma: "Se a força resultante que atua sobre um corpo for nula, então é possível encontrar um conjunto de referenciais nos quais este corpo não tem aceleração" (YOUNG, 2008).

Esse conjunto de referenciais é chamado de referencial inercial. Para nossas finalidades podemos considerar a Terra como um referencial inercial, assim como qualquer outro sistema de referência acoplado a ela.

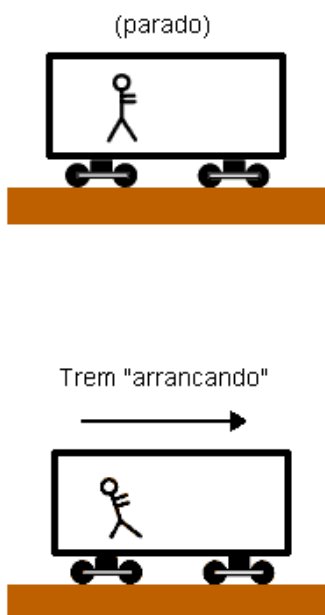
É muito importante deixar evidente qual o sistema de referência será adotado para que não ocorra aparentes paradoxos iguais a do personagem principal das tirinhas de Jim Davis, o gato "Garfield" (Figura 46).

Figura 46: Tirinha "Garfield".



Fonte: http://www.cei.santacruz.g12.br/~fisica1/leis_de_newton/Tira_2.jpg. Acesso em: 22/03/2020.

Suponhamos que um trem está parado em relação à plataforma de embarque no qual está um passageiro dentro desse veículo usando um patins. Quando o trem é acelerado, o passageiro tende a se mover para trás do transporte sem que ninguém toque nele (Figura 47), da mesma forma acontece se o veículo perder velocidade em relação à plataforma, porém o passageiro se sente jogado pra frente.

Figura 47: Trem acelerando.

Fonte: https://www.educabras.com/enem/materia/fisica/mecanica_cinematica/aulas/primeira_lei_de_newton_segunda_lei_de_newton. Acesso em: 23/03/2020.

Aparentemente existe uma inconsistência na primeira lei de Newton, pois não está atuando nenhuma força de interação sobre o passageiro com patins e mesmo assim sua velocidade está variando, ou seja, a primeira lei de Newton não é válida. No entanto, como vimos anteriormente, a primeira lei de Newton não vale em qualquer referencial, vale apenas para os referenciais inerciais. Portanto, um trem em movimento acelerado não é um referencial inercial. Ele é um referencial não-inercial (SEARS, 1978).

Em uma das tirinhas de Jim Davis o personagem principal o gato “Garfield” (Figura 48) aciona a manivela do freio de mão em um carro que está em movimento. Os passageiros do carro, por inércia, tendem a manter seus estados de movimento e são deslocados para o para-brisa do automóvel.

Figura 48: Tirinha “Garfield”.



Fonte: http://www.cei.santacruz.g12.br/~fisica1/leis_de_newton/Tira_3.jpg. Acesso em: 23/03/2020.

3.3 SEGUNDA LEI DE NEWTON

De acordo com o princípio da inércia, se o corpo estiver em movimento com velocidade constante e se a resultante das forças atuantes nesse corpo for nula, o corpo mantém por inércia, sua velocidade constante, ou seja, não sofre aceleração. Logo, a força consiste num agente físico capaz de produzir aceleração, alterando o estado de repouso ou de movimento dos corpos.

Quando uma força resultante atua sobre uma partícula, esta adquire uma aceleração na mesma direção e sentido da força, segundo um referencial inercial. A relação neste caso entre a causa (força resultante) e efeito (aceleração) constitui o objetivo principal da segunda Lei de Newton, cujo enunciado pode ser simplificado assim: “A resultante das forças que atuam sobre o corpo é igual ao produto da massa pela aceleração com a qual ele irá se movimentar” (YOUNG, 2008).

Essa lei traduz-se matematicamente por:

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

A equação (8) é uma equação vetorial que normalmente poderá ser usada mediante a forma dos componentes, escrevendo-se separadamente uma equação para cada componente da força e a aceleração correspondente para a direção x, $\sum F_x = ma_x$; para y, $\sum F_y = ma_y$; e para z, $\sum F_z = ma_z$.

A massa de um corpo caracteriza a dificuldade que ele apresenta em adquirir aceleração. Portanto, dados dois corpos de massas diferentes, o de maior massa apresenta maior dificuldade em ter sua velocidade modificada, ou seja, o de maior massa apresenta maior inércia (YOUNG, 2008).

Sendo assim podemos definir que 1 newton (N) corresponde à força exercida sobre um corpo de massa igual a 1 quilograma (kg) que lhe induz uma aceleração de 1 metro por segundo ao quadrado (m/s^2) na mesma direção e sentido da força. É uma unidade derivada do SI ($1 N = 1 kg.m/s^2$).

A equação (8) não corresponde a forma original da Segunda lei de Newton. Inicialmente, Newton definiu o que ele chamou de “quantidade de movimento”, também conhecido como momento linear \vec{p} , onde $\vec{p} = m\vec{v}$.

Derivando com relação ao tempo e considerando m constante:

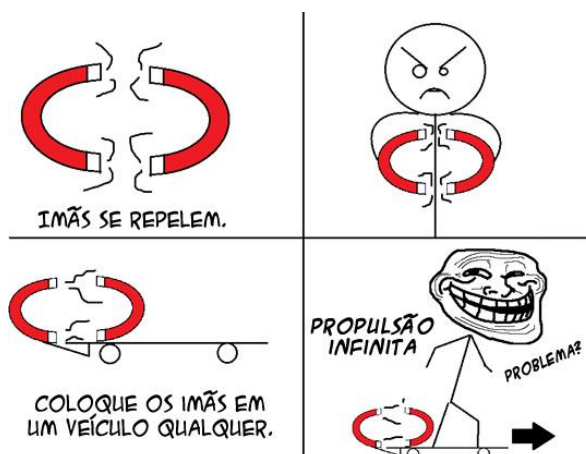
$$\frac{d\vec{p}}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} = \vec{F}$$

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

O que corresponde à formulação da segunda lei de Newton: “A variação temporal do momento linear é proporcional à força expressa, e tem a direção desta força”. As leis de Newton só funcionam para forças externas, ou seja, oriundas de outros corpos adjacentes.

A figura 49 mostra uma sátira em um gênero contemporâneo e digital das HQs, os *Memes* como são conhecidos, a representação com humor dessa impossibilidade da aplicação de uma própria força no próprio corpo que se espera obter movimento.

Figura 49: Meme satirizando uma impossibilidade segundo as leis de Newton.



Fonte: <https://capinaremos.com/2010/12/21/inovando-os-meios-de-transporte/>. Acesso em: 22/03/2020.

É válido salientar que a segunda lei de Newton assim como a primeira lei só tem validade para sistemas de referenciais inerciais. Geralmente usamos o planeta Terra como esse sistema, apesar dessa aproximação ser bastante considerável, essa afirmação não é de toda a verdade visto que, em situações de mais preciosismo matemático, não podemos desconsiderar o movimento de rotação e o movimento orbital da Terra, logo, esse sistema não é exatamente inercial (SEARS, 1978).

Com efeito, as equações mostradas nessa seção só são válidas para os casos que o corpo mantiver sua massa constante. Existem casos como, por exemplo, a exaustão de gases por um foguete movido a combustão que possui massa variante em função do tempo que não são válidas para a matemática descrita até aqui.

3.3 TERCEIRA LEI DE NEWTON

Como mencionado anteriormente, as forças sempre aparecem como resultado da interação de dois corpos. Em outras palavras, a ação de uma força sobre um corpo não pode se manifestar sem que haja outro corpo que provoque esta ação. Um atirador ao disparar uma arma de fogo sente que ao realizar a ação de disparar em direção ao seu alvo, o armamento recua em seu sentido. Muitos armamentos possuem um recuo tão forte que estes precisam ser postos em locais fixos para a segurança do atirador.

Sendo assim, podemos definir a terceira lei de Newton como um par de forças, uma de ação e a outra de reação. Assim, podemos exemplificar de maneira análoga ao exemplo do atirador que o corpo A (armamento) ao ser disparado (ação), experimenta também pelo corpo B (projétil) um recuo (reação). Esse par de forças possui igual módulo e direção, mas possuem sentidos contrários e atuam em corpos diferentes. Portanto, \vec{F} de “B” em “A” a força que o projétil faz no armamento (recuo) e \vec{F} de “A” em “B” é a força que a arma possui para disparar o projétil, caracterizando o par de forças ação-reação (Figura 50).

Figura 50: Par de forças ação e reação.



Fonte: https://www.ricaperrone.com.br/wp-content/uploads/2014/04/14disparando_el_revolver-650x487.jpg. **ADAPTADO**, acesso em: 25/03/2020.

A terceira lei de Newton resume essas observações: “Quando um corpo exerce uma força sobre o outro (ação), ele também sofrerá uma força devida ao outro corpo (reação), estas forças são sempre iguais em intensidade e com sentidos opostos”.

Essa lei traduz-se matematicamente por:

$$\vec{F}_{B A} = - \vec{F}_{A B} \quad (10)$$

Ao aplicarmos a terceira lei de Newton não podemos esquecer que as forças de ação e reação são: Associadas a uma única interação, ou seja, correspondem as

forças trocadas por dois corpos de mesma natureza, ou são forças de campo ou de contato; sempre em corpos diferentes, logo não se anulam.

Garfield mais uma vez aparece para fazer sua contribuição para a mecânica newtoniana, agora sobre a terceira lei de Newton. Em uma de suas tirinhas o gato ao se deparar com uma brincadeira de seu companheiro *Odie*, o cão, parafraseia a terceira lei (Figura 51):

Figura 51: Tirinha "Garfield".



Fonte: <http://fisicaantoniovaladares.blogspot.com/2011/06/tiras-de-humor-envolvendo-as-leis-de.html>. Acesso em: 10/04/2020.

CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA.

O produto educacional foi aplicado na escola de Ensino Médio EEM Governador Adauto Bezerra, que é administrada pelo Estado do Ceará, e fica localizada na cidade de Fortaleza, no bairro de Fátima. Tem aproximadamente 2000 alunos, distribuídos em três turnos, nas séries de 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio, em média com 45 alunos cada turma. Possui um espaço físico com salas de aulas, laboratórios de ciências e informática, biblioteca, secretaria, sala de professores, sala de vídeo, cozinha e quadras de futebol.

A pesquisa foi desenvolvida junto a uma amostra de 144 alunos do 1º ano, no decorrer da disciplina de Física, ministrada no ano de 2019, num total de 6 horas de atividades.

4.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA APLICAÇÃO DO PRODUTO

A trajetória metodológica constou de quatro etapas desenvolvidas em sala de aula. Para melhor compreensão relataremos em detalhes a sequência didática utilizada:

PRIMEIRA ETAPA

Iniciamos apresentando aos alunos o produto educacional (Apêndice E). Em seguida para objetivar um diagnóstico, foi aplicado um questionário de pré-aplicação aos alunos (Apêndice B), visando conhecer aspectos relacionados ao cotidiano deles, bem como avaliar o ensino de Física que vivenciaram anteriormente.

SEGUNDA ETAPA

Nessa etapa, a amostra foi dividida em três grupos para fazerem a leitura da HQ. Aproveitando a linguagem simples e o estímulo interpretativo da HQ "*USS Freedom*", para estimular a criatividade dos alunos e ajudar na problematização dos assuntos, foi solicitado aos estudantes que solucionassem alguns problemas presentes na HQ.

É importante que todas as abordagens sejam contextualizadas ao cotidiano, em situações concretas que permitam a investigação e a reflexão sobre a realidade em que estão inseridos, analisando seus diversos aspectos, levando o aluno a

compreender a importância e aplicação do conhecimento que está estudando para potencializar a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1978).

Nesse momento o professor deverá mediar o processo de ensino-aprendizagem, buscando uma ruptura do conhecimento prévio dos alunos e a construção de novos conteúdos, de acordo com a teoria de aprendizagem de Ausubel. O professor pode usar a atividade de intervenção (Apêndice C), como um conjunto de perguntas que podem nortear a condução dos questionamentos.

TERCEIRA ETAPA

Esta etapa corresponde às aulas expositivas de revisão dos conteúdos relacionados à história em quadrinhos, como a ideia de velocidade de escape, velocidade relativa, velocidade média, peso, massa, leis de Newton, potência, pressão, microgravidade, temperatura e as compressões e expansões dos gases e seus efeitos, com ênfase na compressão adiabática.

Para as aulas de revisão, foi utilizada uma plataforma de simulações *Phet* disponível na internet pela Universidade de Colorado, que possui diversas animações sobre variados temas da Física inclusive os propostos neste trabalho.

A introdução dos conceitos é feita através do estabelecimento de um problema, fazendo com que os alunos se envolvam com diferentes formas de resolver a situação, proporcionando a construção do entendimento sobre os conhecimentos científicos (AUSUBEL, 1978).

É importante destacar também a organização do material, é essencial para a compreensão dos fenômenos físicos e fixação do que é de fato importante.

QUARTA ETAPA

Em seguida é feito um pequeno questionário (Apêndice D), escrito a punho pelos alunos para verificar o entendimento deles sobre algumas questões abordadas. Quanto ao fato da HQ ter ajudado ou não a entender os conceitos físicos, como e se esses conceitos foram compreendidos.

Esse questionário serviu para mapear quais os assuntos que foram assimilados de maneira satisfatória e quais ainda precisam de maior reforço nas aulas didáticas no restante do ano letivo.

4.2 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

A aplicação do produto foi desenvolvida com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, com o objetivo específico de analisar a aquisição de conhecimentos reais através de conhecimentos prévios dos alunos, gerando uma fixação do saber (AUSUBEL, 1978). Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram os questionários aplicados em sala de aula incluindo as intervenções verbais dos alunos as quais foram gravadas pelo autor. Elaborados a partir dos princípios, sobretudo da teoria de aprendizagem significativa de Ausubel com a proposta de problematização de conceitos presentes na HQ.

As HQs para o ensino de Física precisam possuir em seu conteúdo problemas para ser resolvidos, obstáculos a serem superados para a solução de algum problema. Essa problematização na HQ faz com que o leitor tenha interesse em buscar a solução dos problemas (LIPSZYK, 1972).

Segundo Sanmartí e Bargalló (2012), o processo de construção do conhecimento científico está vinculado à formulação de perguntas e à tentativa de criar explicações ou respostas para elas.

4.2.1 QUESTIONÁRIO PRÉVIO COM OS ALUNOS

O pré-teste foi aplicado para a amostra contendo vinte questões que envolviam conhecimentos de conceitos físicos, como velocidade relativa, leis de Newton, energia e sua relação com situações do cotidiano.

O teste foi aplicado em formato digital no laboratório de informática da escola no início das aulas sobre Mecânica Clássica, sendo disponibilizada uma hora-aula para o preenchimento do mesmo (Figura 52).

Figura 52: Aplicação do pré-teste.



Fonte: Própria.

Desse modo, tornou-se uma ferramenta auxiliar para avaliar a eficiência da HQ como um recurso didático nas aulas de física, como forma de mostrar as leis e princípios físicos retratados no quadrinho para os alunos de maneira interativa e reflexiva, abordados dentro dos conteúdos e da carga horária prevista no planejamento escolar.

4.2.2 LEITURA DA HISTÓRIA EM QUADRINHO

O ponto central da aplicação do produto foi a leitura da HQ “*USS Freedom*” (Figura 53). Os alunos foram divididos em grupos para a leitura dos quadrinhos e durante a leitura foi solicitado que o grupo discutisse e explicitasse alguns problemas presentes na HQ, como por exemplo: Qual a possibilidade de manter um movimento indefinidamente se a força resultante que atua no corpo é nula; Quais as diferenças conceituais entre massa e peso e se há gravidade no espaço.

Figura 53: Leitura da HQ.

Fonte: Própria.

Para solucionar os problemas, os alunos deveriam discutir entre si, buscando subsídios do seu cotidiano. Nesse momento, o professor incluiu diversas questões para os estudantes responderem, de forma participativa e dinâmica para incentivar a discussão coletiva e promover o envolvimento da turma a respeito dos problemas abordados.

Essa estratégia é defendida por Paula (2008), que afirma que é muito importante elaborar perguntas que instiguem o aluno a vivenciar a busca, a exercitar as várias possibilidades de resposta.

Tal estratégia possibilitou aos alunos reflexões e exposições de suas percepções sobre os aspectos relevantes dos assuntos e, conseqüentemente, seus conhecimentos prévios, viabilizando uma roda de conversa rica, na qual foi possível verificar os conhecimentos prévios dos estudantes e promover a construção do conhecimento real (AUSUBEL, 1978).

Com o término da leitura dos grupos, ocorreram reflexões com toda a turma junta, nesse momento também foram feitos questionamentos sobre questões da Física, visando promover a discussão dos conceitos. É importante destacar o papel do professor durante as discussões e questionamentos dos temas de estudo, pois houve discordância entre os grupos e as discordâncias devem ser discutidas e da discussão advir um consenso do conceito.

4.2.3 AULAS EXPOSITIVAS DIALOGADAS

As aulas de revisão dos conteúdos aconteceram nas semanas seguintes à leitura e as discussões dos quadrinhos em sala de aula. Foram necessárias três semanas para a revisão dos assuntos que foram vistos nos quadrinhos. As aulas tiveram como objetivo principal revisar conceitos errôneos que foram detectados durante a aplicação da HQ.

A introdução dos conceitos físicos foi feita através do estabelecimento de um problema, com o intuito de despertar o interesse nos alunos pela aula e promover a discussão necessária para atingir os objetivos pretendidos.

Foram feitas discussões, reflexões e conexões das questões propostas, permitindo ao aluno um melhor entendimento sobre as concepções iniciais e a interpretação do material com as leis da Física. A organização do material foi essencial para a compreensão dos fenômenos físicos e fixação do que de fato interessa. É importante que o professor coloque o aluno como o sujeito do conhecimento e não como um mero receptor de informações.

Ao final de cada aula foi realizada uma demonstração prática através de uma simulação computacional disponível na plataforma Phet (Link: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics) da Universidade do Colorado. Com objetivo de contemplar a realidade do aluno, associando, desta forma, os conceitos mostrados em sala com situações reais presentes na plataforma.

A seguir é exemplificada uma das simulações utilizadas, que trata do movimento de um corpo sobre uma superfície plana e lisa, livre de atrito, que possui uma velocidade constante (Figura 54).

Figura 54: Plataforma Phet.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_pt_BR.html. Acesso em: 10/04/2020.

De maneira análoga foi feito nas outras aulas a fim de representar com simulações, os conceitos físicos para que os estudantes compreendessem melhor o conteúdo.

4.2.4 PÓS-TESTE COM OS ALUNOS

Foi solicitado que os alunos respondessem em uma folha, algumas questões que foram discutidas em sala de aula e que antes eram interpretadas erroneamente ou mal-entendidas por eles.

O questionário de levantamento de conceitos iniciais, as discussões feitas no momento da aplicação do produto e o pós-teste, foram parte integrante e de extrema importância na sequência didática, possibilitando uma percepção maior do que devemos acrescentar no processo de ensino aprendizagem para alcançarmos melhores resultados, tornando muito mais dinâmicas e com mais participação dos alunos, visando maior engajamento e promoção de uma Aprendizagem Significativa.

Percebe-se que os alunos entendem de forma mais satisfatória quando são engajados e passam a agir com o cognitivo, emocional e a ter comportamentos

compartilhados durante a realização de uma atividade escolar, verificando que a situação de aprendizagem mobiliza outros aspectos dos alunos na atividade e na realização de atividades de aprendizagem como trabalho em grupo a partir das discussões e questionamentos.

CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES.

5.1 ANÁLISE DA RODA DE CONVERSA

Durante a leitura da história em quadrinhos foi observado que os discentes demonstraram muito interesse e curiosidade pela história. Depois da leitura foi perguntado se houve alguma dúvida ou curiosidade a respeito dos quadrinhos, e percebeu-se inicialmente certa timidez por parte dos alunos para se expressarem. Em vários momentos os alunos conversaram em voz baixa evidenciando o interesse pelo tema.

Nesse momento, foram feitas várias intervenções pelo professor para incentivar a discussão coletiva e promover o envolvimento da turma a respeito dos problemas propostos.

A seguir, é narrada parte dos diálogos entre o professor e a turma durante as discussões. A fim de preservar a identidade dos alunos, chamaremos de aluno um, dois etc.

- *Professor: turma é possível existir massa sem existir peso significativo?*
- *Aluno 1: Professor não é a mesma coisa?*
- *Aluno 2: Claro que não!*
- *Professor: Por que não aluno 2?*
- *Aluno 2: Professor, não sei explicar, mas vi que no quadrinho em certo momento os astronautas estão tão leves que parecem não terem peso.*
- *Professor: Isso mesmo! É verdade, mas será que ele perdeu toda sua massa?*
- *Aluno 3: Professor, acho que não, meu instrutor da academia falou que eu precisaria perder massa corporal para chegar a um corpo ideal. E credito que os astronautas foram para o espaço, e não para a academia (risos).*

A turma inteira riu bastante da situação e o professor complementou.

- *Professor: Então um astronauta no espaço sideral perde peso mais não perde massa?!*
- *Todos: “SIM!”*

– *Professor: Alguém aqui se lembra do vídeo do homem na lua que mostrei em aulas passadas?*

Todos levantaram a mão.

– *Professor: Como é o movimento da caminhada na lua?*

– *Aluno 4: Professor, parece que eles estão bem leves, praticamente sem peso.*

– *Professor: Na lua tem gravidade?*

– *Aluno 2: Sim professor, mas bem pequena.*

– *Professor: Então, será que essa “leveza” está relacionada com a intensidade da gravidade no local?*

– *Aluno 5: Pra existir peso, tem que ter massa! Quanto menor a gravidade, menor o peso para uma mesma massa.*

Dando continuidade às discussões, do ponto de vista de construção do conhecimento, uma das dúvidas mais pertinentes dos estudantes foi sobre o aquecimento demasiado da nave ao entrar na atmosfera de Marte. Os alunos pensavam que o aquecimento da nave se dava tão somente pelo atrito das partículas que compõe a atmosfera com o material que compõe a nave.

Segundo Silveira (2013) essa é uma dúvida bem comum, mas na verdade o efeito visual de uma “bola de fogo” quando a nave está entrando na atmosfera, é produzido pela colisão da nave em velocidade supersônica com as partículas da atmosfera, gerando uma região de gás à alta pressão e, em consequência da enorme compressão adiabática, à alta temperatura, o gás se torna um plasma. Esta situação gerou o seguinte diálogo:

– *Professor: Quem aqui já fez um pedido a uma “estrela cadente” quando viu uma riscar o céu?*

Praticamente todos levantaram.

– *Professor: Um meteoro não possui luz própria, mas mesmo assim conseguimos enxergar seu brilho quando entra ou se aproxima de nosso planeta. Como isso é possível?*

– *Aluno 3: Professor, ele começa a pegar fogo!*

– *Professor: É verdade! Mas por quê?*

Esse momento é crucial para o desenvolvimento do conhecimento real do conceito para os estudantes, onde é feito mais um questionamento:

– *Professor: A nave entra com uma velocidade muito grande em relação à atmosfera, e ela acaba comprimindo os gases que estão nas proximidades da nave. Qual a relação desse aumento de pressão com a temperatura?*

A turma neste momento não conseguiu responder minha pergunta e foi lançado mais um questionamento:

– *Professor: Quem aqui já encheu uma bola ou um pneu de bicicleta com aquelas bombas manuais?*

Alguns alunos levantaram a mão.

– *Professor: Já perceberam o que acontece com a temperatura nas paredes da bomba após encher a bola ou pneu?*

– *Professor: Existe na verdade um aumento muito brusco da pressão dos gases na entrada desses objetos, seja uma nave, seja um meteoro na atmosfera, o que gera um aumento significativo na temperatura, porém esse processo é tão repentino, que praticamente não dá tempo de ocorrer troca de calor com o ambiente, por isso definimos esse processo como uma compressão adiabática, ou seja, existe um aumento brusco da pressão o que gera um grande aumento da temperatura.*

– *Aluno 4: Professor, se esse aumento é inevitável, qual a necessidade da nave realizar várias voltas em torno do planeta? Não aumentaria o tempo de exposição da nave a essas grandes temperaturas?*

– *Professor: Na verdade. Essas muitas voltas da nave em torno de Marte é exatamente para que essa velocidade de entrada na atmosfera seja a menor possível para que a tal compressão adiabática não atue com tanto vigor, a fim de dissipar esse calor com mais facilidade, impedindo que a nave não se desintegre.*

– *Aluno 5: Professor, os meteoros em sua maioria se “desmancham” porque não são capazes de dar essas voltas em torno do planeta?*

– *Professor: Isso mesmo! Por isso, a grande maioria desses corpos celestes nem sequer chegam à superfície.*

Foi possível detectar durante as discussões que a HQ foi útil para relacionar o problema apresentado com os conceitos físicos. Durante as aulas os alunos foram agentes ativos no processo de ensino aprendizagem, pois eles argumentaram, raciocinaram e discutiram suas hipóteses. Cada atividade foi organizada de acordo com a progressão da construção do conhecimento.

A história em quadrinhos utilizada com objetivo pedagógico, com o domínio de seu uso e com objetivos previamente estabelecidos, leva a resultados eficientes no ensino-aprendizagem, pois ocorre de maneira descontraída e promove relação interpessoal e grupal entre os envolvidos.

Outro aspecto importante nas discussões, foi o fato da possibilidade de detectar as dúvidas dos alunos em determinados tópicos, e reforçar esses pontos nas aulas posteriores, efetivando assim o conhecimento científico nos alunos.

5.2 ANÁLISES DO QUESTIONÁRIO DE PRÉ-APLICAÇÃO E DO PÓS-TESTE

Como pode ser visto no Apêndice A, o questionário pré-aplicação é composto por 15 perguntas e 144 alunos participaram. Este teste é de fundamental importância para a aplicação do quadrinho, pois é a partir dele que conhecemos aspectos relacionados ao cotidiano dos estudantes. Em posse dessas informações, o professor pode melhor estruturar suas perguntas de intervenção, a fim de romper erros conceituais e promover o “verdadeiro conhecimento” segundo Ausubel.

5.2.1 ANÁLISE DO PRÉ-TESTE

Serão destacados a seguir as principais observações registradas a partir da análise do pré-teste.

Foi perguntado aos estudantes se os mesmos tinham alguma dificuldade em absorver os conteúdos ministrados sobre forma tradicional, e a maior parte dos estudantes respondeu que “SIM”, justificando a necessidade do uso de diferentes recursos didáticos para abordar temas pertinentes à física.

Foi questionado para os estudantes se eles conseguem associar conceitos mostrados em sala de aula com situações cotidianas reais. Metade da turma não consegue, ou consegue parcialmente realizar tal feito.

Foi criado um campo para preenchimento de uma justificativa (Tabela 1) para caso o estudante respondesse o campo “Nem sempre”, houve 37 respostas, porém, vale destacar algumas respostas interessantes que geram uma reflexão:

Tabela 1: Campo de respostas “Nem sempre”.

Em caso de respostas “nem sempre”, sua resposta foi motivada por qual motivo?
“porque nem sempre consigo entender.”
“porque nem sempre eu consigo entender o conteúdo.”
“por não conseguir imaginar, de fato, ela sendo aplicado no dia a dia. A forma como é mostrado se mostra muito metódica.”
“talvez pela complexidade dos cálculos e por causa que muito dos exercícios são baseados em ambientes sem inércia ou alguma outra situação hipotética, que não seria realista.”
“porque física não é meu forte.”
“por, na maioria das vezes não associá-las devidamente.”
“não conseguir compreender.”
“para aplicar assuntos relacionadas a isso.”
“pelo fato dos meninos tirarem minha concentração.”
“falta de experiência em situações onde a Física seria aplicada.”

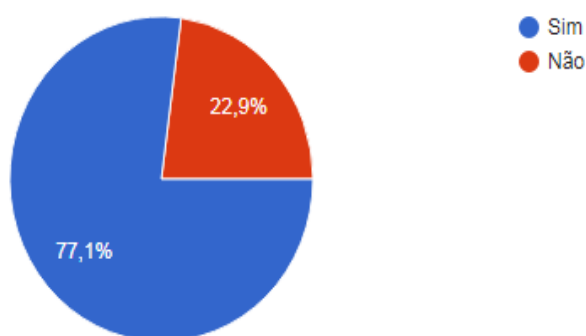
Fonte: Própria.

De maneira geral, existe uma relação dos alunos voltados principalmente à carência de exemplos ou de situações reais que possam sintetizar o que foi falado em sala. Essas respostas evidenciam que essa carência de exemplos contribui para o comprometimento do aprendizado.

No que diz respeito da experiência dos estudantes com história em quadrinhos, o retorno é praticamente unânime, a grande maioria já leu ou lê quadrinhos, em especial as famosas ilustrações de Maurício de Sousa com a clássica “Turma da Mônica”, exaltando uma participação bastante expressiva da literatura de quadrinhos nacionais (Figura 55).

Figura 55: Pergunta "Quem já leu alguma HQ?".

Você já leu alguma história em quadrinhos (HQ), mangás, gibis etc? (144 respostas)



Caso sua resposta seja sim, qual(is)? (107 respostas)

- 57 citaram Turma da Mônica
- 08 citaram Turma da Bilu
- 10 citaram Turma da Fullmetal
- 12 citaram animes
- 02 citaram Turma da Mônica e Vingadores
- 18 citaram outros títulos

Fonte: Própria.

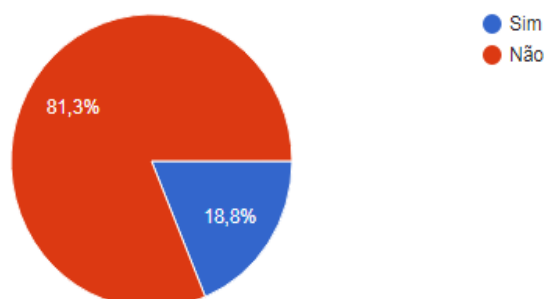
Apesar da HQ “Turma da Mônica” ser bastante difundido pelos leitores dessa faixa etária, seu intuito é em sua grande maioria para fins de entretenimento.

Na Figura 56 foi feita a pergunta para os estudantes a respeito de quem já tinha lido algum HQ que trazia em seu conteúdo ciências. Essa pergunta verificou quais e quantos HQ poderiam na opinião do estudante trazer algum conhecimento científico. A maioria dois títulos, um chamado “Fullmetal Alchemist” e outro chamado “Dr. Stone”, ambos de origem japonesa.

Ambos os quadrinhos possuem o estilo de ilustração muito semelhante ao HQ “USS FREEDOM” que é o Mangá. Esse estilo de ilustração possui muitos leitores principalmente na faixa etária dos estudantes do primeiro ano do Ensino Médio.

Figura 56: Pergunta "Quem já leu alguma HQ de ciências?".

Você já leu ou ler alguma história em quadrinhos que fala de fenômenos da ciência? (144 respostas)



Caso sua resposta seja sim, qual(is)? (25 respostas)

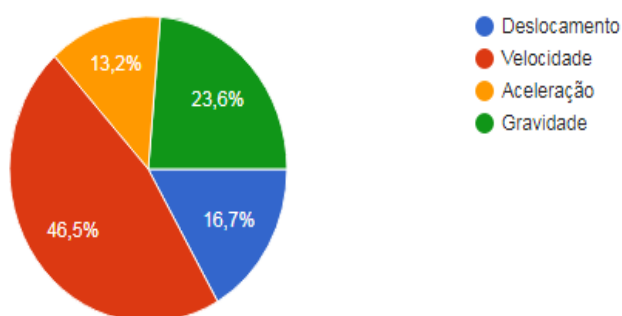
- 10 citaram Fullmetal Alchemist
- 07 citaram Dr.Stone
- 03 citaram Turma da Mônica
- 02 citaram Evangelion
- 02 citaram revista Superinteressante
- 01 não lembrou o nome

Fonte: Própria.

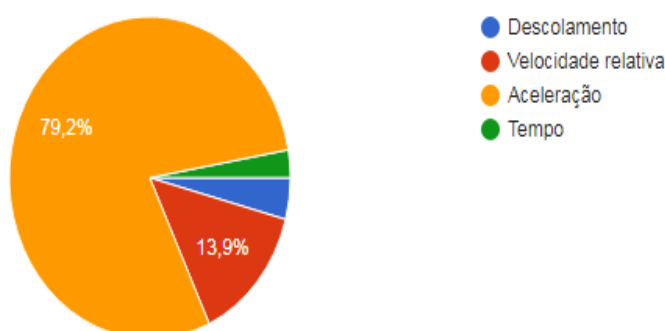
Foram também detectados alguns erros conceituais (Figura 57). Fica claro que nem sempre conceitos elementares como, da Cinemática e Dinâmica, por exemplo, são devidamente fixados na concepção dos estudantes. Uma vez que o conceito real não é fixado de maneira correta, acaba acarretando erros conceituais sucessivos.

Figura 57: Respostas dos estudantes sobre Física.

Imagine a situação que você está em uma nave espacial, em movimento em relação ao planeta Terra, indo para a lua. Com qual grandeza física podemos definir esse deslocamento em função do tempo, gasto para fazer o percurso? (144 respostas)



No carro existe um pedal que é utilizado para aumentar a velocidade deste carro. Qual grandeza física está associada a variação da velocidade em função do tempo? (144 respostas)



Fonte Própria.

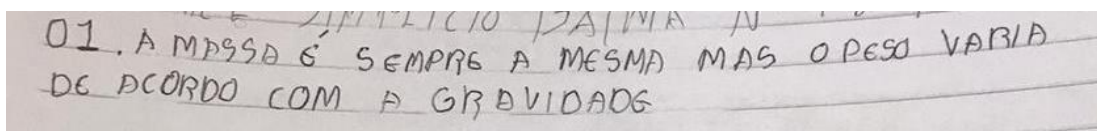
5.2.2 ANÁLISE DO PÓS-TESTE

No pós-teste, foi solicitado que os alunos respondessem numa folha algumas perguntas que foram discutidas durante a aplicação do produto (Apêndice IV). Essa etapa serviu para identificar quais os assuntos que foram assimilados de maneira satisfatória e quais ainda precisam de maior reforço para um melhor entendimento.

A primeira pergunta foi: Explique com suas palavras qual a diferença entre os conceitos de peso e massa. As Figuras 58 (a) e (b) mostram as respostas de dois

alunos e mesmo que respondido com pouco rigor da física, podemos observar que os mesmos compreenderam a diferença entre peso e massa. Isso mostra que um dos assuntos abordados no quadrinho e discutido na atividade de intervenção mostrou-se eficiente para o entendimento deste assunto.

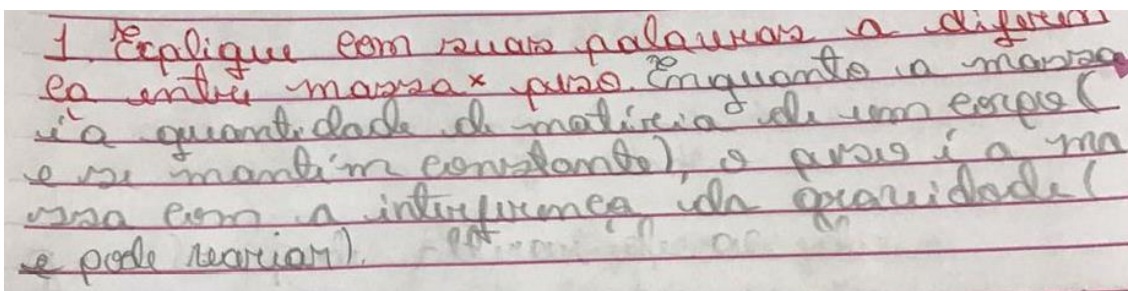
Figura 58 (a): Resposta da pergunta um.



01. A MASSA É SEMPRE A MESMA MAS O PESO VARIA DE ACORDO COM A GRAVIDADES

(Legenda: **Resposta:** “Massa é sempre a mesma, mas o peso varia de acordo com a gravidade”)

Figura 58 (b): Resposta da pergunta um.



1. Explique com suas palavras a diferença entre massa x peso. Enquanto a massa é a quantidade de matéria de um corpo (e se mantém constante), o peso é a massa com a interferência da gravidade (e pode variar).

(Legenda: **Resposta:** “Enquanto a massa é a quantidade de matéria de um corpo (e se mantém constante), o peso é a massa com a interferência da gravidade e pode variar.”)

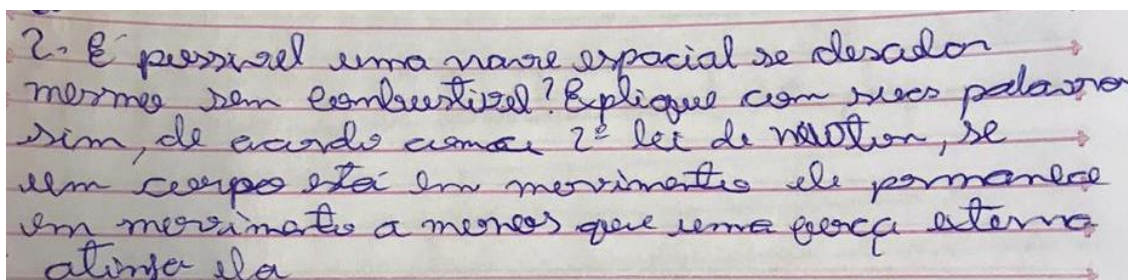
Fonte: Própria.

Vale ressaltar que o objetivo deste trabalho não é levar um estudante do primeiro ano do Ensino Médio a expressar em sua fala as definições com o rigor acadêmico, e sim efetivar o conhecimento real do conceito físico para que esse alicerce seja sólido para uma construção de um conhecimento futuro.

Outra pergunta que chamou a atenção no que diz respeito às respostas dos estudantes foi: É possível uma nave espacial se deslocar sem combustível no espaço, longe de qualquer influência gravitacional de planetas ou estrelas?

As respostas em sua grande maioria foram confusas, sem muita fundamentação teórica, mostrando que é necessário mais algumas aulas para reforçar o conteúdo das leis de Newton. Um aluno inclusive confunde a primeira lei de Newton com a segunda lei (Figura 59).

Figura 59: Resposta da pergunta dois.

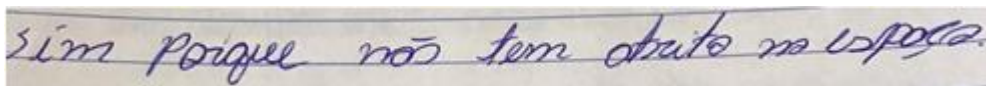


(Legenda: **Resposta:** “Sim, de acordo com a 2ª lei de Newton, se um corpo está em movimento ele permanece em movimento a menos que uma força externa atinja ela”).

Fonte: Própria.

Ainda se tratando da mesma pergunta, outro aluno diz que “sim, pois não há atrito”, mas não associou com a primeira lei de Newton (Figura 60):

Figura 60: Segunda Resposta da pergunta dois.



(Legenda: **Resposta:** “Sim porque não tem atrito no espaço”).

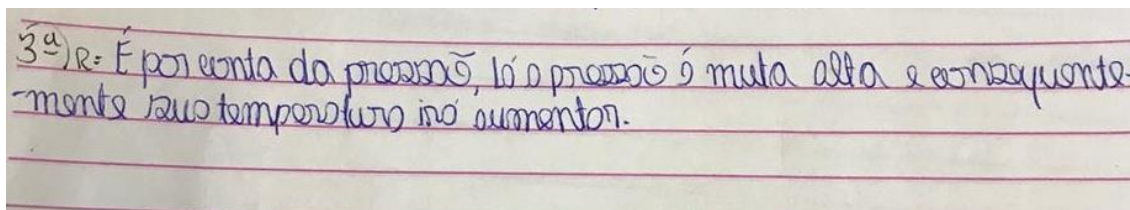
Fonte: Própria.

Erroneamente, os alunos pensavam que um corpo ao entrar em uma atmosfera seria aquecido devido o atrito do corpo com as partículas da atmosfera. Entretanto na HQ é esclarecido o real motivo desse rápido aquecimento que se dá pelo fato de existir pontos de alta pressão por conta das velocidades hipersônicas que os corpos entram na atmosfera. Com isso, é gerada uma região de gás à alta pressão e em consequência uma enorme compressão adiabática. Uma surpresa para praticamente todos os alunos, sendo necessário um tempo adicional para explicar com detalhes como acontece o processo termodinâmico citado.

Ainda nesse contexto, foi perguntado: Por que um asteroide brilha incandescentemente ao entrar em uma atmosfera?

A maioria das respostas não foi satisfatória, mas alguns estudantes conseguiram associar o brilho dos asteroides ao entrar em uma atmosfera com pressão conforme a resposta da Figura 61. Todavia, vale ressaltar, que este é um assunto muito complexo para alunos do 1º ano do Ensino Médio.

Figura 61: Resposta da pergunta três.



(Legenda: **Resposta:** “É por conta da pressão, lá a pressão é muito alta e conseqüentemente sua temperatura irá aumentar”.)

Fonte Própria.

Nessas questões sobre os processos termodinâmicos e suas aplicações no cotidiano ficou claro a necessidade de reforço e mais exemplos práticos para um melhor entendimento do fenômeno Físico.

Segundo Moreira (1999) a Aprendizagem significativa é o conceito central da teoria da aprendizagem de David Ausubel. Esta teoria tem como principal característica a identificação ao longo do processo de aprendizagem os “conhecimentos prévios” dos estudantes, que foram chamados por ele de “subsunçores”. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se ancora em conceitos já preexistentes no cognitivo do educando.

Com efeito, foi desenvolvido os diálogos com os estudantes sempre na intenção de buscar esses conhecimentos prévios para a construção do debate. É importante que o professor use desses conhecimentos prévios para estabelecer uma proximidade do assunto a ser trabalhado e os saberes que os alunos já possuem, favorecendo a aprendizagem significativa.

Com o uso da problematização dos conceitos apresentados nos quadrinhos foi possível ao longo da roda de conversas com os estudantes observamos esses subsunçores e conseqüentemente fazer a ancoragem do conhecimento verdadeiro através da mediação do professor, induzindo a conversa até se chegar no conceito verdadeiro com base na ciência.

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES.

Este trabalho contribui para sugerir modificações na rotina escolar no ensino de Física, que normalmente é ministrado apenas com os recursos didáticos tradicionais com aulas expositivas, mostrando um caminho para a suplementação desses métodos. Nesta narrativa, o estudante é protagonista do seu aprendizado rompendo paradigmas clássicos na forma de aprender.

Nesse processo foi possível desenvolver a construção do conhecimento, a partir da problematização dos conceitos abordados a fim de consolidar a Aprendizagem Significativa no ato da aplicação do produto educacional, integrando os conhecimentos prévios ao conhecimento que pretende ser introduzido.

O produto educacional foi bem acolhido pelos alunos, o que gerou uma participação satisfatória durante toda a aplicação do produto. Muitos dos estudantes relataram que foi a primeira vez em que tiveram contato com quadrinhos para o ensino, e que desconheciam esse tipo de gênero para integrar o processo de aprendizagem em Física.

O Quadrinho “*USS Freedom*” retrata uma fictícia viagem espacial que ao longo da jornada se depara com situações representadas por conceitos físicos, em que os personagens discutem a respeito desses conceitos a fim de estabelecer explicações e comentários pertinentes, possibilitando a imersão do leitor na história e promovendo uma curiosidade sobre o assunto.

Em certos momentos de conflitos na HQ, paradigmas conceituais são quebrados, e no debate em sala é construído um conhecimento real através da roda de conversa promovida pelo professor, que tem como papel fundamental por ser o mediador e detentor do conhecimento real, induzindo através da Aprendizagem Significativa a construção com conhecimento juntamente com os estudantes.

Durante a construção do produto educacional em si, sempre houve uma preocupação de deixá-lo atrativo no que diz respeito às ilustrações. Sem dúvidas, essa seria a porta de entrada para chamar a atenção do aluno no primeiro momento.

Outro ponto importante foi tornar a linguagem simples e acessível, aproximando o vocábulo do visto no quadrinho ao do estudante permitindo uma melhor compreensão dos assuntos abordados, e por fim, o cuidado na construção do

quadrinho se dedica também no que diz respeito à possibilidade de ilustrar situações físicas que de forma lúdica permitem que o processo de ensino e aprendizagem torne-se mais espontâneos.

Os resultados obtidos mostram que as HQs podem desempenhar um papel muito importante para o primeiro contato do estudante no tópico a ser abordado, entretanto existe uma necessidade de aprofundamento posterior no assunto com aulas expositivas, caracterizando o uso de HQs no ensino como uma ferramenta auxiliar.

As respostas dos questionários feitos antes e após a aplicação do produto serviram para diagnosticar e detectar onde existem as maiores deficiências conceituais dos estudantes, podendo assim melhor direcionar os conceitos que podem ser abordados em aulas posteriores e garantir o aprendizado.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, M.A. **Institutos superiores de educação na nova lei de diretrizes e bases da educação nacional**. In: BRZEZINSKI, I. (Org.). LDB interpretada: Diversos olhares se entrecruzam. São Paulo: Cortez, 2007.

ANSELMO, Z. A. **Histórias em Quadrinhos**. Petrópolis: Vozes, 1975.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view. (2^a ed)** Nova York, Holt, Rinehart and Winston, 1978.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**; Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 2002

CALDAS, C. B. S. **Um estudo sobre o uso de História em Quadrinhos em Coleções Didáticas de Física**. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de novembro de 2013.

CAGNIN, A. L. **Os quadrinhos: linguagem e semiótica: um estudo abrangente da arte sequencial**. 1 ed. São Paulo: Criativo, 2014

CARDOSO, A. E. **As Aventuras de Nhô-Quim & Caipora: os primeiros quadrinhos brasileiros 1869-1883/ Angelo Agostini**. Brasília/DF: Senado Federal, Conselho Editorial, 2002.

CARUSO, F.; Freitas, N. **Física moderna no ensino médio: o espaço-tempo de Einstein em tirinhas**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 26, n. 2: p. 355-366, ago. 2009.

CIRNE, M. **História e Crítica dos Quadrinhos Brasileiros**. Rio de Janeiro, RJ: Ed. Europa & FUNARTE, 1990.

COSTA, A.B.S.; SILVA, E.P. **Professor Níquel Náusea: uso de história em quadrinhos no ensino da teoria evolutiva**. Genética na Escola, v. 9, n. 1, 2014.

FIORAVANTI, C. H.; ANDRADE, R. O.; MARQUES, I. C. **Os cientistas em quadrinhos: humanizando as ciências**. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, Rio de Janeiro, v.23, n.4, out.-dez. 2016, p.1191-1208.

FUKE, L. F., YAMAMOTO, K. **Física para o Ensino Médio**. São Paulo: Saraiva. 3v. 2010.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. São Paulo: Ática. 3v. 2010.

GONÇALVES, P. F.; FERNANDES, S, D. C. **Narrativas Acerca da Prática de Ensino de Química: Um Diálogo na Formação Inicial de Professores.** *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 2004, p. 121–127, 2010.

GUERRA, F. V. **Super heróis Marvel e os conflitos sociais e políticos nos EUA (1961-1981)**, 2011.

GRAF. Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Leituras de Física: Mecânica.** Instituto de Física – USP, 1998. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/mec/mec2.pdf>> no dia 27 de abril de 2020.

JÚNIOR, G. **A Guerra dos Gibis: formação do mercado editorial brasileiro e a censura nos quadrinhos. 1933-64.** São Paulo: Companhia das Letras, 2004.

KRAKHECKE, C. A. **Representações da Guerra Fria nas histórias em quadrinhos Batman O Cavaleiro das Trevas e Watchmen (1979-1987).** 2009. 145 f. Dissertação (Mestrado em História) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

KUNDLATSCH, A. **Enquadrando as Histórias em Quadrinhos na formação inicial de professores de Química: possibilidades e limites.** Bauru, 2019

LIPSZYK, E. **História em quadrinhos e seu argumento.** In: MOYA, Á. (Org.). *Shazam!* São Paulo: Perspectiva, 1972, p. 237-260.

MAIA, J. D. O.; **Química nas Concepções de Professores do Ensino** Sá, L. P.; MASSENA, E. P.; WARTHA, E. J. **O Livro Didático de Médio da Região Sul da Bahia.** *Química Nova na Escola*, v. 33, 2011.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de física.** São Paulo: Scipione. 3v. 2010.

MOREIRA, A. M. **A teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel.** Teorias de Aprendizagem. EPU: São Paulo, 1999. 151-165p.

PATATI, C.; BRAGA, F. **Almanaque dos Quadrinhos.** Ed. Ediouro, 2006.

PAULA, G. M. C.; BIDA, G. L. - **A Importância da Aprendizagem Significativa;** disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1779-8.pdf>>, 2008. No dia 27 março de 2020.

PEREIRA, W. L. O. **Uso da história em quadrinhos no ensino de história: "Will Eisner entra ou não entra na sala de aula?"** *História, imagens e narrativas*, v. 11, 2010.

PIERRO, B. **Histórias em quadrinhos ganharam destaque na divulgação de pesquisas.** Pesquisa FAPESP, 2018.

SANMARTÍ, N.; BARGALLÓ, C. M. **Enseñar a plantear preguntas investigables. Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales**, [S.l.], n. 70, 2012, p. 27- 36.

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, C. X., BARRETO, F. B. **Física aula por aula**. São Paulo: FTD. 3v. 2010

SILVEIRA, F. L. **Dúvida sobre meteoro: causa do aquecimento e razão da interferência com as telecomunicações**. Disponível no dia 16 de fevereiro de 2013. em<[https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=duvida-sobre-meteoro-causa-do-aquecimento-e-razao-da-interferencia-com-as-\)%20telecomunicacoes](https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=duvida-sobre-meteoro-causa-do-aquecimento-e-razao-da-interferencia-com-as-)%20telecomunicacoes)> acesso em 12 de março de 2020.

TESTONI, L. A.; ABIB, M. L. V. S. **A utilização de histórias em quadrinhos no ensino de física. IV Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências**. 2001.

TANINO, S. **Histórias em quadrinhos como recurso metodológico para os processos de ensinar**. 2011. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

VERGUEIRO, W. **Literatura em quadrinhos no Brasil: uma área em expansão**. In: RAMOS, P.; VERGUEIRO, W.; FIGUEIRA, D. (orgs). **Quadrinhos e Literatura: diálogos possíveis**. 1. Ed. São Paulo: Criativo, 2009.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **REVISITANDO O POTENCIAL DOS QUADRINHOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**. 3ª Jornada Internacional de Histórias em quadrinhos. Revista da Escola de Comunicação USP, São Paulo, p. 1-10, 21 ago. 2015

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

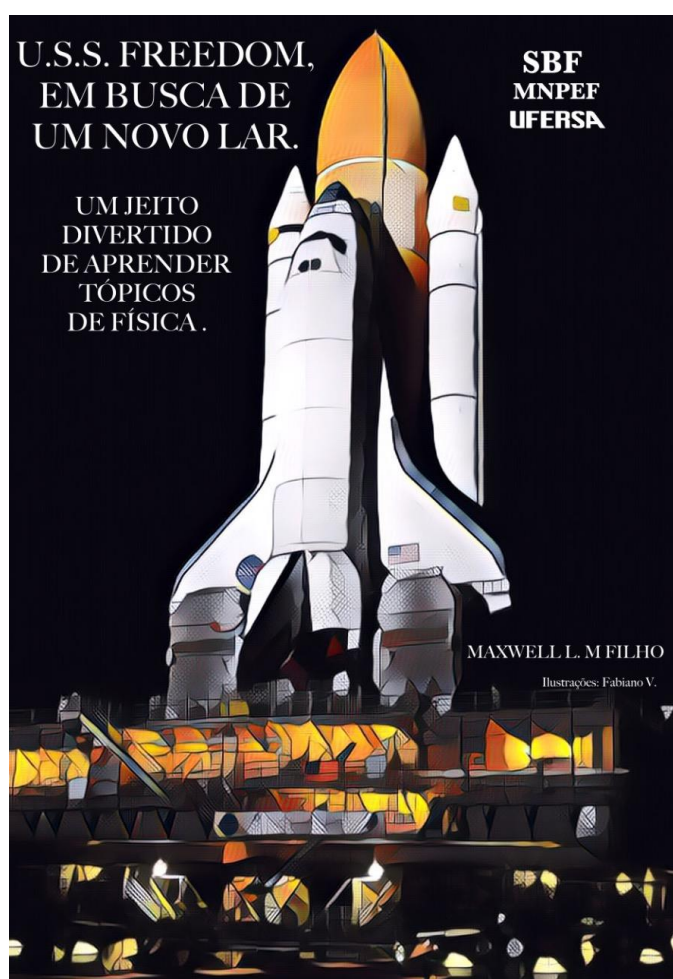
APÊNDICE A - MANUAL INSTRUCIONAL DE APLICAÇÃO DO PRODUTO

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UNIVERSIDADE FEDERAL
UFERSA
RURAL DO SEMI-ÁRIDO

SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

USO DA HISTÓRIA EM QUADRINHO “USS FREEDOM” PARA O ENSINO DE FÍSICA



Autor
Maxwell Lima Maciel Filho

Orientadores
Profa. Dra. Erlania Lima de Oliveira
Prof. Dr. Rafael Castelo Guedes Martins

2020

APRESENTAÇÃO

Apresenta-se neste produto educacional, uma história em Quadrinhos (HQs) de maneira que torne o ensino de Física mais significativo para os alunos do primeiro ano do ensino médio.

Com os avanços tecnológicos os professores são desafiados a incorporar na sua prática docente novas metodologias de ensino e as HQs atualmente vêm ganhando destaque nesse cenário, por serem leituras de boa compreensão e por seu caráter lúdico, tornando-se uma ótima aliada em sala de aula.

Assim, foi criada uma história em quadrinho denominado **“USS FREEDOM”**. Trata-se de uma aventura pelo espaço de quatro tripulantes de uma nave espacial que parte em uma jornada rumo ao planeta Marte. A aventura é motivada por um destino trágico de nosso planeta Terra, sendo a única saída instalar a primeira base de colonização no “planeta vermelho”. Ao longo da jornada, os tripulantes se deparam com algumas situações desafiadoras, em que o conhecimento sobre a Física explica os fenômenos, fazendo a imersão do leitor no enredo e trazendo os conceitos para mais próximo do cotidiano aluno.

Embora as ilustrações tenham sido desenvolvidas por um quadrinista que não foi o próprio autor, existem softwares computacionais que podem criar de maneira bastante efetiva quadrinhos com todos os recursos necessários para um gibi.

Tem a finalidade de dar aplicabilidade e concretude a alguns conceitos físicos presentes na HQ, promovendo a relação dos conceitos físicos com as situações presentes no cotidiano do aluno. Propiciando, desta forma, uma melhor compreensão dos assuntos abordados e o processo de ensino-aprendizagem se torna ao mesmo tempo, mais reflexivo e prazeroso.

Nesse trabalho é ainda sugerida uma sequência didática que utiliza a HQ **“USS FREEDOM”** para estimular a criatividade e o lúdico, além disso, potencializar a problematização no processo de ensino-aprendizagem de conteúdos científicos.

SUMÁRIO

1- NOÇÕES BÁSICAS DAS HISTÓRIAS EM QUADRINHO.....	90
2 –A CONFECÇÃO DO QUADRINHO.....	92
3- GUIA DO PROFESSOR	93
3.1 TÓPICOS ABORDADOS NOS QUADRINHOS	93
3.2 SUGESTÃO DE APLICAÇÃO EM SALA DE AULA.....	94
3.3 CARGA HORÁRIA DE APLICAÇÃO.....	96
4- REFERÊNCIAS	97
APÊNCIDICE B QUESTIONÁRIO PRÉ APLICAÇÃO	98
APÊNCIDICE C ATIVIDADES DE INTERVENÇÃO	101
APÊNCIDICE D QUESTIONÁRIO PÓS APLICAÇÃO.....	102
APÊNCIDICE E QUADRINHO “USS FREEDOM EM BUSCA DE UM NOVO LAR.....	104

1- NOÇÕES BÁSICAS DAS HISTÓRIAS EM QUADRINHO

Classifica-se a história em quadrinhos como um sistema narrativo que se forma por dois códigos gráficos: a imagem obtida pelo desenho e a linguagem escrita dos balões e descrições (TESTONI; ABIB, 2001).

Tais características quando unidas de forma coerente, transformam texto em imagem conseguindo assim a inserção do leitor na sua narrativa. As histórias em quadrinho possuem uma variedade de funções lúdicas e linguísticas que são úteis ao processo de ensino e aprendizagem. As interpretações dos códigos que permeiam a HQ exigem uma atenção complexa do indivíduo, podendo o leitor usar sua capacidade de análise para uma compreensão correta da leitura (TESTONI; ABIB, 2001).

A definição dada das HQs por Kundlatsch (2019) é que são histórias ilustradas com figuras, que representa uma prática criativa que enquadra diferentes símbolos. Consideram-se os quadrinhos como um hipergênero, englobando diversos gêneros que fazem uso de uma mesma linguagem.

Os elementos que constituem as HQs são o texto e a imagem. Faz parte do texto:

- ✓ O balão que caracteriza o quadrinho
- ✓ A onomatopeia que complementa a linguagem quadrinizada fornecendo som aos ruídos e ritmo às narrativas,
- ✓ A legenda que abriga o elemento textual do quadrinho (KUNDLATSCH, 2019).

Fazem parte das imagens:

- ✓ Os tipos de molduras que geralmente são retangulares, planos e ângulos de visões, ambos são usados para detalhar as cenas que envolvem os personagens;
- ✓ Os cenários da narrativa, personagens que são um dos principais elementos das HQs;

- ✓ Figuras cinéticas usadas para dar ideia de mobilidade e deslocamento das imagens, e metáforas visuais que expressam ideais e sentimentos reforçando a linguagem verbal (KUNDLATSCH, 2019).

2 - A CONFECÇÃO DO QUADRINHO

Há estudos que aprovam a utilização da história em quadrinhos no âmbito escolar, por serem de fácil compreensão e caráter lúdico, tais características apresentam relevante importância no âmbito escolar (TESTONI; ABIB, 2001). Neste contexto, é importante que o professor que optar por essa estratégia de ensino entenda um pouco sobre a confecção de uma HQ.

Inicialmente é importante fazer a produção, roteiro e posteriormente o desenho. Se o professor não tiver habilidades artísticas para fazer o desenho, os alunos podem ajudar nessa tarefa, alguns alunos têm uma boa noção de desenho.

Pode-se também oportunizar aos alunos o empenho de construir suas próprias histórias sobre os conteúdos de Física, assim eles podem explorar a criatividade, bem como transmitir os assuntos abordados através dos seus pontos de vista. Desta forma, o professor pode usar itens do imaginário infanto-juvenil pra que os assuntos formais sejam expostos e tratados.

É importante que a HQ apresente conceitos teóricos e uma breve história, relatando acontecimentos - fictícios ou não - juntamente com conceitos físicos. Os alunos podem construir hipóteses, por exemplo, sobre a escrita e seus usos a partir da participação em situações nas quais os textos têm uma função social de fato. Para eles, a oportunidade de pensar e construir ideias sobre a escrita desperta interesse (WEISZ, 2001).

A vantagem da linguagem utilizada do quadrinho é a fuga da formalidade do ensino de Física, contextualizando rapidamente o processo de ensino e aprendizagem.

Outra alternativa são os softwares computacionais para confeccionar os quadrinhos. Há softwares disponíveis para confecção dessas artes com personagens e animações variadas, desta forma, o professor pode acrescentar o seu conhecimento científico na tecnologia (KUNDLATSCH, 2019).

Esses softwares garantem uma maior possibilidade para elaboração de quadrinhos para o ensino científico, e assim permite a interação de todos em sala de aula, bem como verificar a aplicação da HQ no cotidiano do aluno (IANESKO, et. al, 2017).

3- GUIA DO PROFESSOR

FÍSICA EM QUADRINHOS ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS PARA O USO

3.1 OS CONTEÚDOS PRESENTES NOS QUADRINHOS

Os quadrinhos possuem uma proposta de melhoria no ensino e aprendizagem em alguns pontos na mecânica clássica. Falando sobre Cinemática e Dinâmica.

De maneira geral, terão 9 tópicos da Física a serem abordados no quadrinho, esses assuntos serão:

- 1- Movimento retilíneo uniforme
- 2- Velocidade relativa
- 3- Conceitos de aceleração
- 4- Velocidade de escape
- 5- Diferença entre peso e massa
- 6- Conceitos de micro-gravidade
- 7- Pressão
- 8- Inércia
- 9- Compressão adiabática

3.2 SUGESTÃO DE APLICAÇÃO EM SALA DE AULA

A seguir será sugerida uma sequência didática que objetiva promover a relação de alguns conceitos físicos com as situações reais, fazendo uso da história em quadrinha “USS Freedom”. A USS Freedom, em busca de um novo lar, relaciona as leis da Física e alguns desafios que podem acontecer em uma viagem espacial.

A trajetória metodológica constou de quatro etapas desenvolvidas em sala de aula. Para melhor compreensão relataremos em detalhes a sequência didática utilizada:

PRIMEIRA ETAPA

Iniciamos apresentando aos alunos o produto educacional (Apêndice E). Em seguida para objetivar um diagnóstico, foi aplicado um questionário de pré-aplicação aos alunos (Apêndice B), visando conhecer aspectos relacionados ao cotidiano deles, bem como avaliar o ensino de Física que vivenciaram anteriormente.

SEGUNDA ETAPA

Nessa etapa, a amostra foi dividida em três grupos para fazerem a leitura da HQ. Aproveitando a linguagem simples e o estímulo interpretativo da HQ “*USS Freedom*”, para estimular a criatividade dos alunos e ajudar na problematização dos assuntos, foi solicitado aos estudantes que solucionassem alguns problemas presentes na HQ.

É importante que todas as abordagens sejam contextualizadas ao cotidiano, em situações concretas que permitam a investigação e a reflexão sobre a realidade em que estão inseridos, analisando seus diversos aspectos, levando o aluno a compreender a importância e aplicação do conhecimento que está estudando para potencializar a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1978).

Nesse momento o professor deverá mediar o processo de ensino-aprendizagem, buscando uma ruptura do conhecimento prévio dos alunos e a construção de novos conteúdos, de acordo com a teoria de aprendizagem de Ausubel. O professor pode usar a atividade de intervenção (Apêndice C), como um conjunto de perguntas que podem nortear a condução dos questionamentos.

TERCEIRA ETAPA

Esta etapa corresponde às aulas expositivas de revisão dos conteúdos relacionados à história em quadrinhos, como a ideia de velocidade de escape, velocidade relativa, velocidade média, peso, massa, leis de Newton, potência, pressão, microgravidade, temperatura e as compressões e expansões dos gases e seus efeitos, com ênfase na compressão adiabática.

Para as aulas de revisão, foi utilizada uma plataforma de simulações *Phet* disponível na internet pela Universidade de Colorado, que possui diversas animações sobre variados temas da Física inclusive os propostos neste trabalho.

A introdução dos conceitos é feita através do estabelecimento de um problema, fazendo com que os alunos se envolvam com diferentes formas de resolver a situação, proporcionando a construção do entendimento sobre os conhecimentos científicos (AUSUBEL, 1978).

É importante destacar também a organização do material, é essencial para a compreensão dos fenômenos físicos e fixação do que é de fato importante.

QUARTA ETAPA

Em seguida é feito um pequeno questionário (Apêndice D), escrito a punho pelos alunos para verificar o entendimento deles sobre algumas questões abordadas. Quanto ao fato da HQ ter ajudado ou não a entender os conceitos físicos, como e se esses conceitos foram compreendidos.

Esse questionário serviu para mapear quais os assuntos que foram assimilados de maneira satisfatória e quais ainda precisam de maior reforço nas aulas didáticas no restante do ano letivo.

3.3 CARGA HORÁRIA PARA APLICAÇÃO DOS QUADRINHOS

A carga horária foi separada conforme apresenta na tabela abaixo.

Quadro 1: Carga horária de aplicação.

12/11	19/11	20/11, 26/11 e dia 27/11	28/11
Apresentação dos quadrinhos e aplicação do questionário pré aplicação. (20 min)	Aplicação do produto, leitura e discussões sobre o quadrinho. (100 min)	Aulas de revisão sobre conceitos abordados no quadrinho. (150 min)	Aplicação do questionário pós aplicação. (30 min)

Fonte: Própria.

REFERÊNCIAS

IANESKO, F. et. al, **Elaboração e aplicação de histórias em quadrinhos no ensino de ciências. Experiências em Ensino de Ciências**.V.12, No.5. 2017.

KUNDLATSCH, A. **Enquadrando as Histórias em Quadrinhos na formação inicial de professores de Química: possibilidades e limites**. Bauru, 2019

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.

TESTONI, L. A.; ABIB, M. L. V. S. **A utilização de histórias em quadrinhos no ensino de física. IV Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências**. 2001.

WEISZ, T. **O diálogo entre o Ensino e a Aprendizagem**. São Paulo: Ática, 2011

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PRE-APLICAÇÃO DO PRODUTO

QUESTIONÁRIO APLICADO ANTES APLICAÇÃO DOS QUADRINHOS. Idade: _____

Série: _____ Turma: _____ Data _____ / _____ / 2019. Sexo: () Masculino () Feminino

01 - Você é a favor de aulas que utilizem outros recursos didáticos como método de ensino-aprendizagem em Física?

() Sim

() Não

02 - Você sente dificuldade em absorver os conceitos físicos mostrados em sala de aula?

() Sim

() Não

03 - Você consegue associar conceitos mostrados em sala com situações cotidianas reais?

() Não consigo

() Consigo as vezes

() Geralmente consigo

() Sempre consigo

04 - Em caso de resposta “não consigo” ou “consigo as vezes” na pergunta anterior, você acha que sua resposta foi motivada por qual razão?

05 - Você tem curiosidade na Física aplicada em viagens espaciais?

() Sim

() Não

06 - Você lê ou já leu alguma história em quadrinhos (HQ), mangás, Gibis etc?

Sim

Não

Se sim, qual(is) _____

07 - Você gosta de histórias em quadrinhos?

Sim

Não

08 - Você já leu ou lê alguma história em quadrinhos que falam de fenômenos científicos?

Sim

Não

Se sim, qual(is) _____

09 - Você acha que um quadrinho que fala sobre Física poderia ser usado para melhor aprendizado enquanto aluno?

Sim

Não

10 - De uma nota de zero a dez, quanto você classificaria o seu interesse em participar de uma aula que usasse histórias em quadrinhos para aprender Física? (0 para sem interesse 10 para total interesse).

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

11- Imagine a situação que você está em uma nave espacial em movimento em relação ao planeta terra indo para a lua, com qual grandeza Física podemos definir esse deslocamento em relação ao tempo gasto para fazer o percurso?

() não sei ou não sei explicar.

12- Em um carro, existe um pedal que podemos aumentar a velocidade desse carro, qual grandeza Física está associada a variação dessa velocidade?

() não sei ou não sei explicar.

13- Com base em seus conhecimentos, é possível um corpo possuir massa e não possuir peso?

() Sim

() Não

() Não sei responder

Se sim ou não, justifique:

14- Apesar de acidentes com painéis de pressão não serem comuns nas residências, podem acontecer por negligência dos donos desses utensílios. Qual conceito físico está relacionado com esse tipo de acidente?

() não sei ou não sei explicar.

15- É possível uma nave espacial permanecer em movimento para sempre? Mesmo acabando o combustível?

APÊNDICE C – ATIVIDADE DE INTERVENÇÃO

- 1) Uma nave espacial pode continuar uma viagem pelo espaço profundo longe de qualquer corpo que possa lhe atrair mesmo após o seu combustível acabar. Como isso é possível?
- 2) Um motorista quando quer chegar mais rápido ao seu destino costuma aumentar a velocidade de seu veículo. Qual conceito físico está voltado a variações de velocidade?
- 3) É possível se deslocar em alta velocidade e com aceleração nula?
- 4) Existe variação de velocidade negativa?
- 5) Em filmes que retratam situações no espaço sideral, geralmente os astronautas estão aparentemente flutuando dentro da nave, qual fenômeno Físico por trás disso?
- 6) É possível um astronauta possuir massa e não possuir peso?
- 7) Porque um asteroide brilha incandescentemente ao entrar em uma atmosfera?

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE DO PRODUTO

QUESTIONÁRIO APLICADO APÓS APLICAÇÃO DOS QUADRINHOS. Idade: ____

Série: ____ Turma: ____ Data ____ / ____ / 2019. Sexo: () Masculino () Feminino

01 – Explique com suas palavras o qual a diferença entres os conceitos de Peso e massa.

02 – É possível uma nave espacial mesmo sem combustível se deslocar sem combustível no espaço profundo?

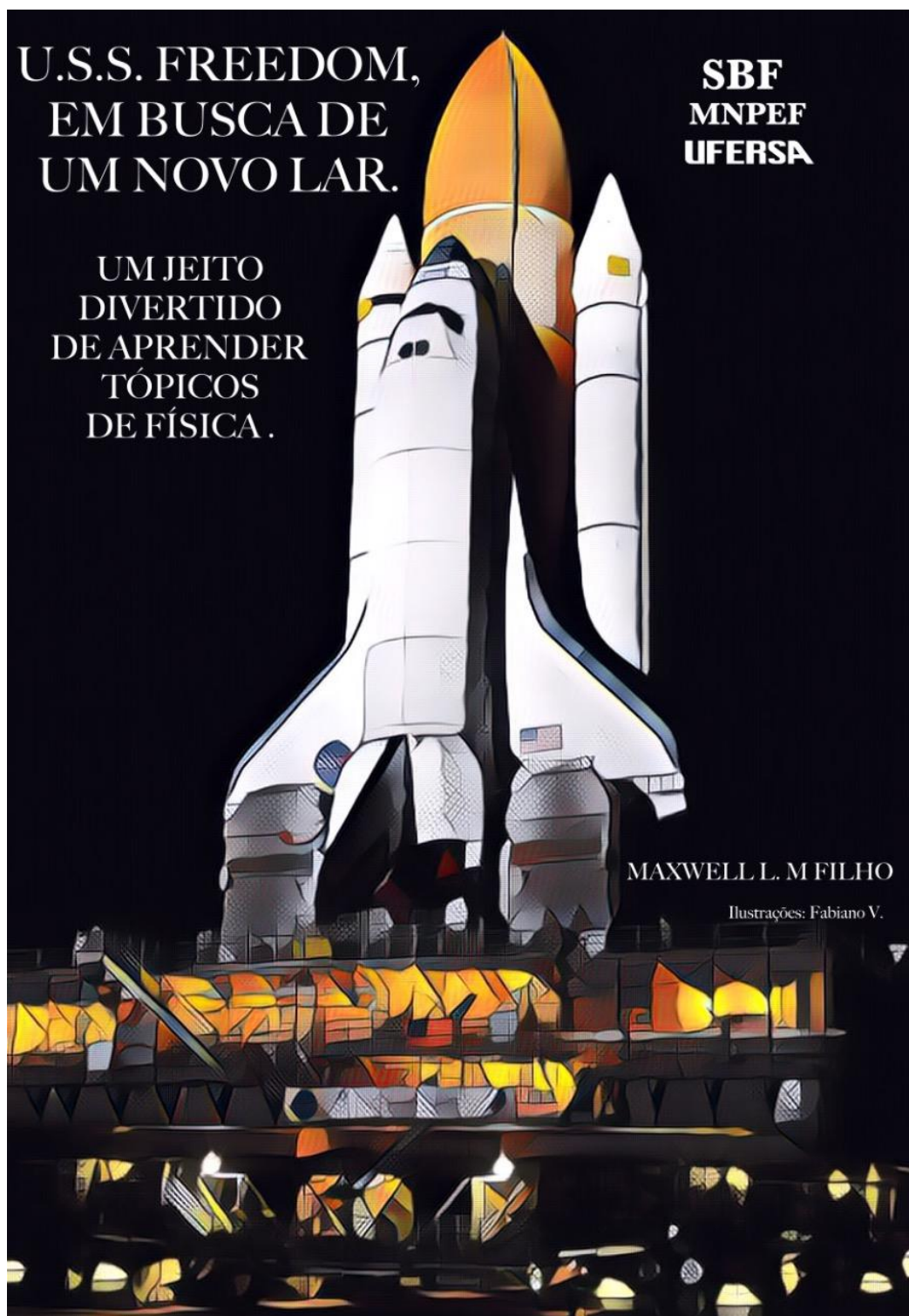
03- Porque um asteroide brilha incandescentemente ao entrar em uma atmosfera? Explique com suas palavras

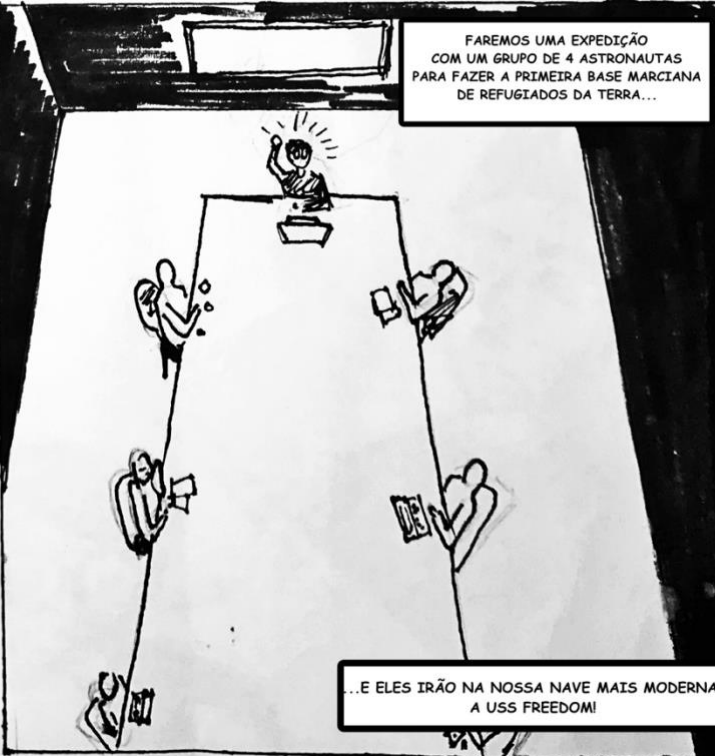
04-Uma massa muito grande pode ter um peso muito pequeno?

05 - É possível um veículo possuir velocidade negativa? explique com suas palavras.

06- Em cidades que estão acima, abaixo ou do nível do mar a pressão atmosférica é diferente para esses locais. Explique com suas palavras quais as diferenças de pressão com a altitude e porque ela é tão importante pra sobrevivência humana (Se desejar, ilustre).

APÊNDICE E - HQ “U.S.S. FREEDOM”







NOME: MARIE SAKAMURA
 NACIONALIDADE: JAPONESA
 OCUPAÇÃO: ENGENHEIRA AEROSPACIAL DA AGÊNCIA AEROSPACIAL JAPONESA
 FORMAÇÃO: UNIVERSIDADE DE TÓKIO
 CARACTERÍSTICAS: A MAIS TÍMIDA DO GRUPO, MAS SE TORNOU A MELHOR ENGENHEIRA DO JAPÃO.



NOME: MARCELO DA SILVA
 NACIONALIDADE: BRASILEIRO
 OCUPAÇÃO: FÍSICO
 FORMAÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
 CARACTERÍSTICAS: COM SUA EXTREMA PACIÊNCIA E SABEDORIA, GERALMENTE É O QUE SEMPRE PENSA NAS POSSIBILIDADES PARA SOLUCIONAR OS PROBLEMAS NA VIAGEM A MARTE.

NOME: IURI IVANOK
 NACIONALIDADE: RUSSA
 OCUPAÇÃO: PILOTO DE CAÇA DAS FORÇAS ESPECIAIS DA RÚSSIA
 FORMAÇÃO: ENGENHARIA MECÂNICA NA UNIVERSIDADE ESTATAL DE MOSCOU
 CARACTERÍSTICAS: TEMPERAMENTO EXPLOSIVO E QUESTIONADOR.

NOME: NIKOLA MULLER (O COMANDANTE)
 NACIONALIDADE: ALEMÃO
 OCUPAÇÃO: MAJOR DA FORÇA AÉREA ALEMÃO
 FORMAÇÃO: UNIVERSIDADE TÉCNICA DE MUNIQUE
 CARACTERÍSTICAS: O MAIS SÉRIO DO GRUPO E SEMPRE PENSATIVO SOBRE O SUCESSO DA MISSÃO.



ARGH

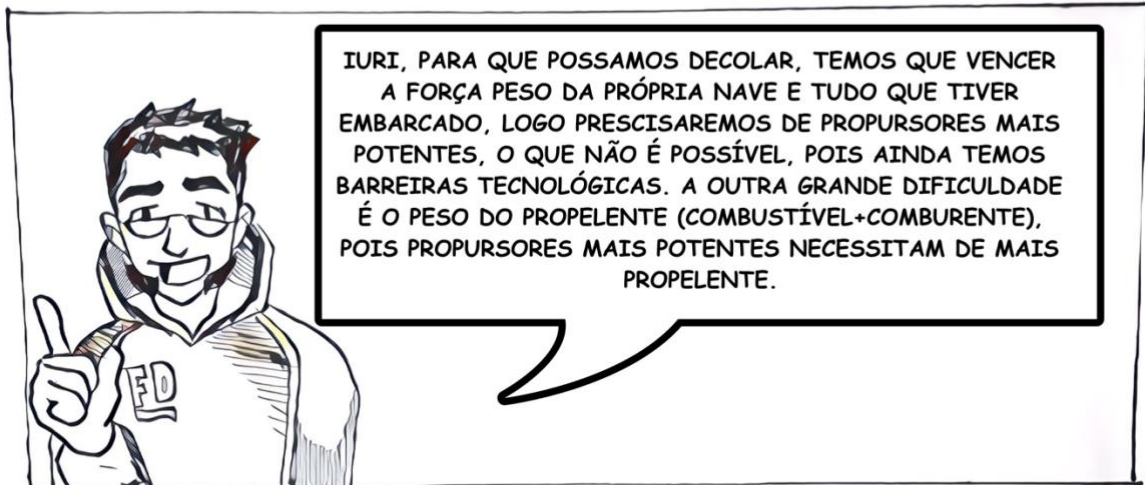




UM INTENSO TREINAMENTO ENTÃO É FEITO ...



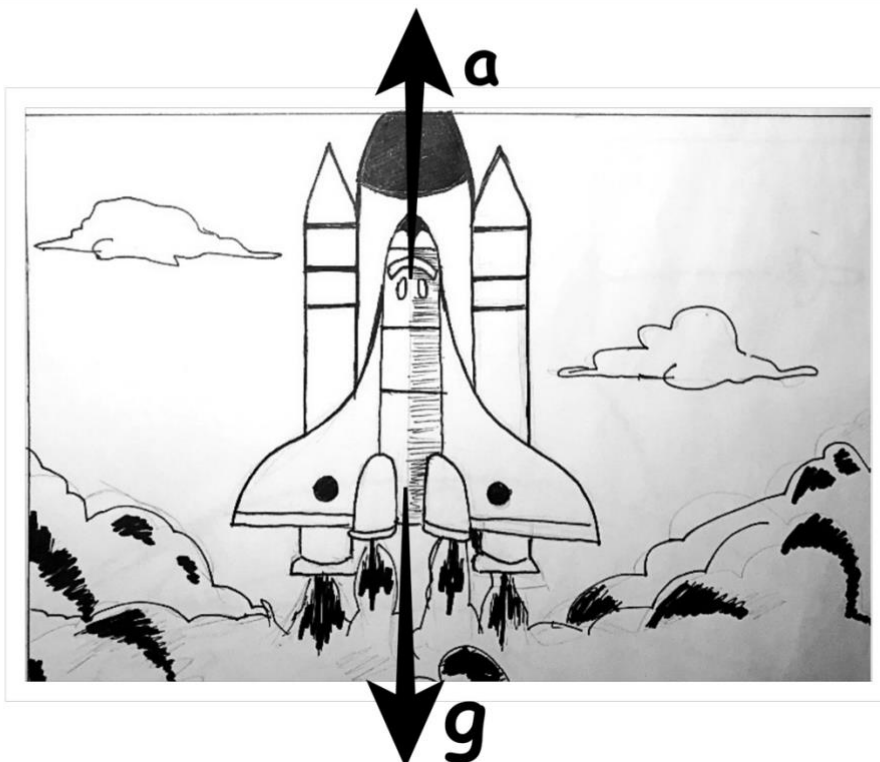
...E NOSSOS TRIPULANTES DÃO ESPERANÇA PARA NOSSA ÚNICA ALTERNATIVA, ESTABELECEER UMA BASE EM MARTE.

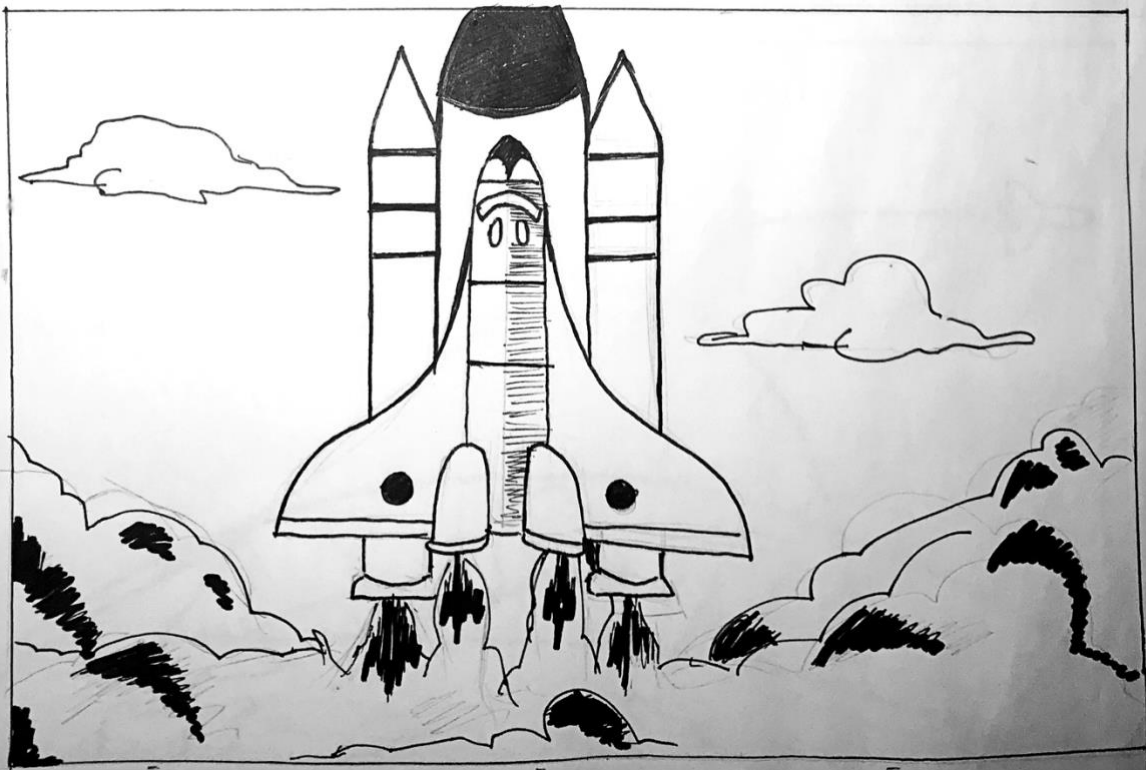


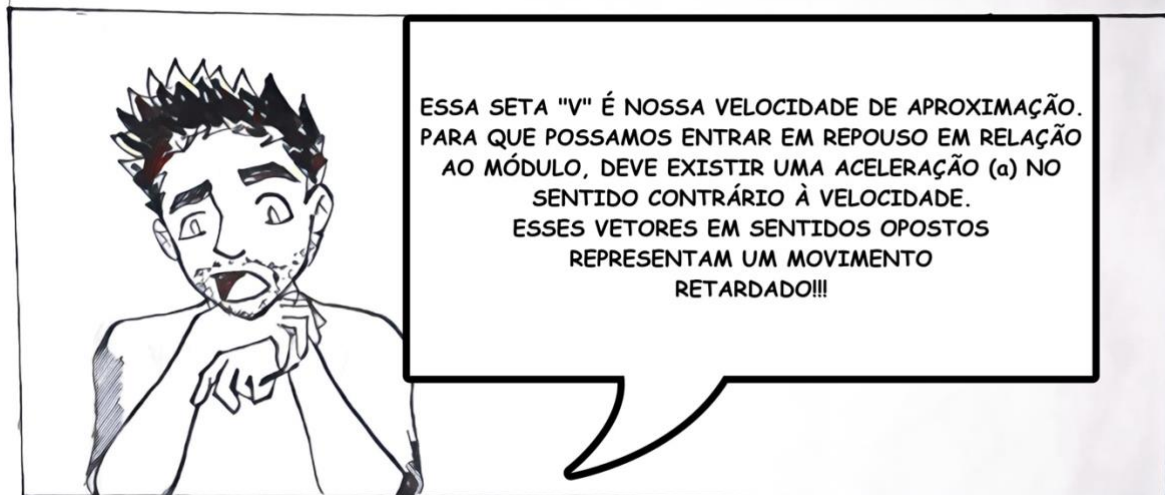
POTÊNCIA É DEFINIDA PELA QUANTIDADE DE ENERGIA QUE PODE SER "LIBERADA" A CADA INTERVALO DE TEMPO. OU SEJA, QUANTO MAIS RÁPIDO ESSA ENERGIA É ENTREGUE EM FORMA DE PROPULSÃO, MAIOR A POTÊNCIA.

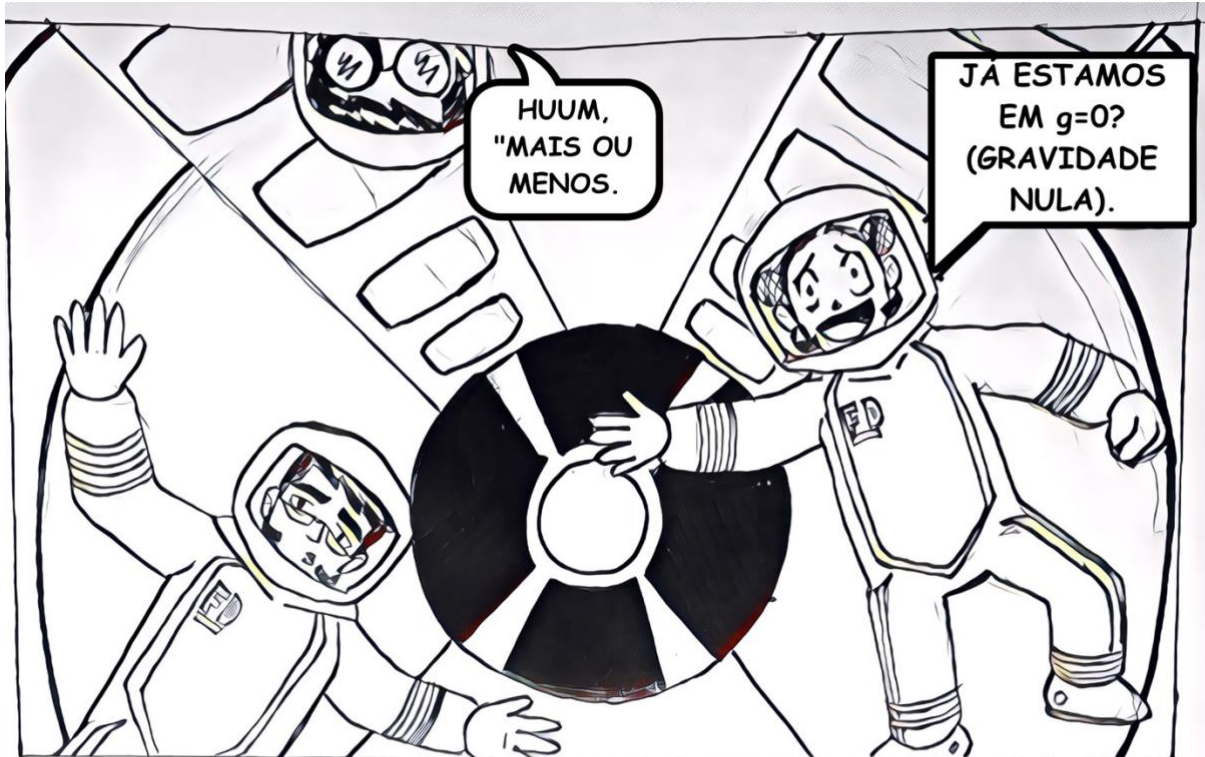


PARA QUE A FREEDOM POSSA SAIR DA "PRISÃO GRAVITACIONAL" DA TERRA TEMOS QUE TER UMA ACELERAÇÃO FORTE O SUFICIENTE PARA QUE SUPERE A AÇÃO DA GRAVIDADE, POR ISSO NECESSITAMOS DE FOGUETES POTENTES.





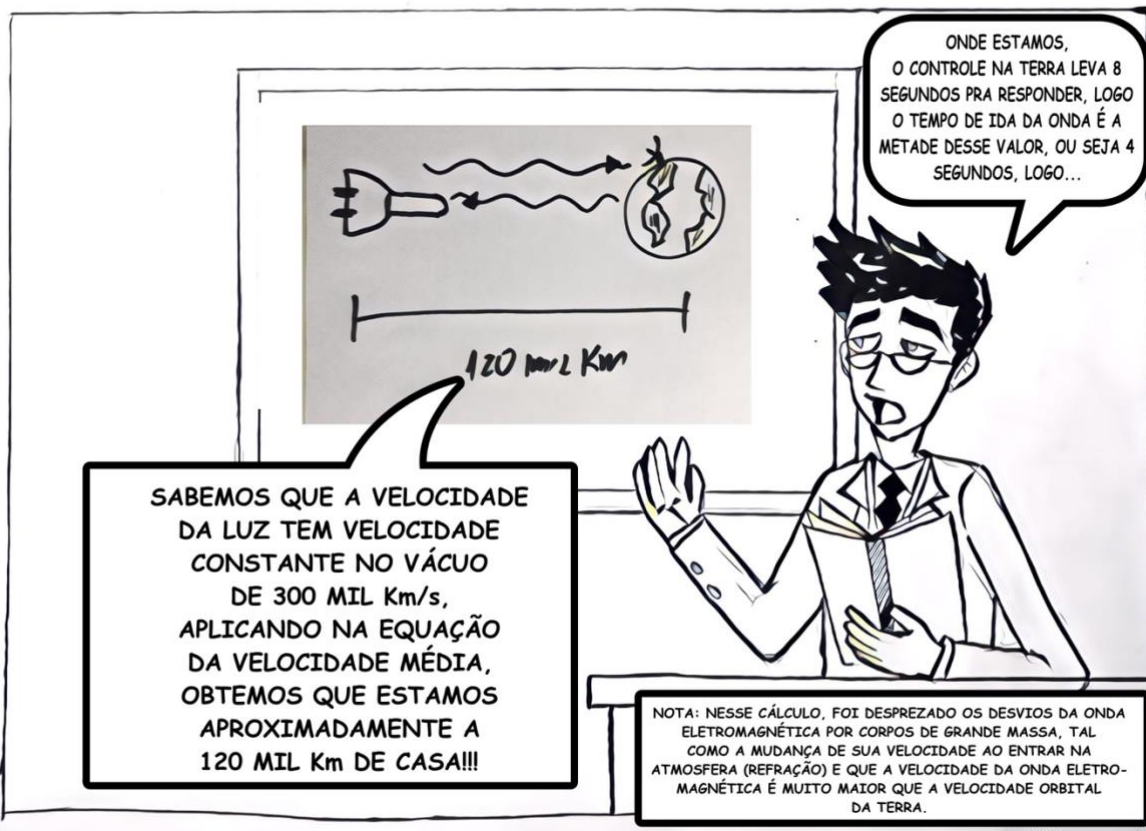
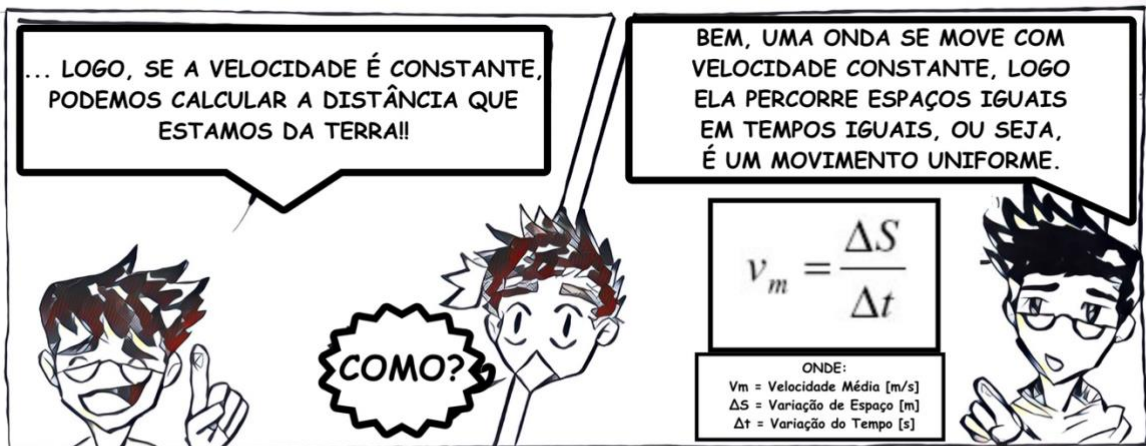




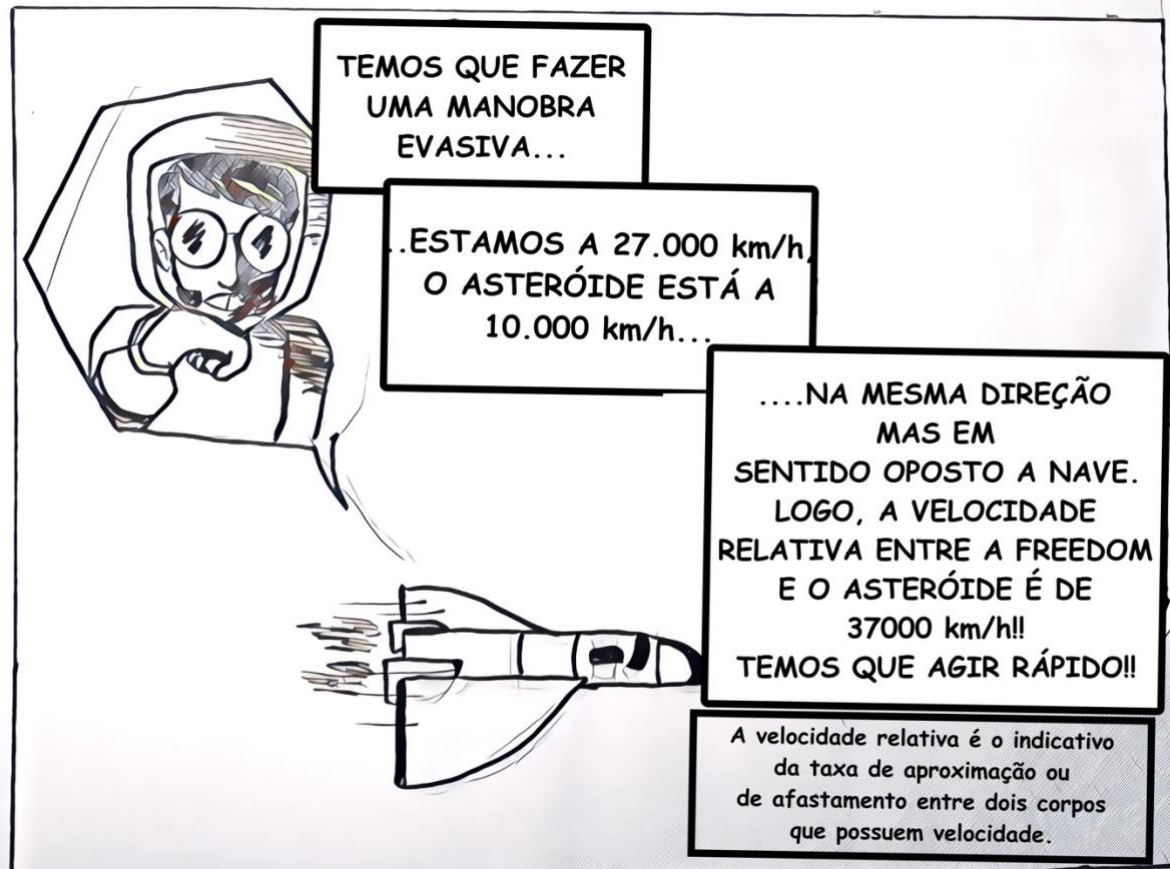
NO ESPAÇO, EM REGIÕES ONDE ESTÃO SUFICIENTEMENTE AFASTADAS DE CORPOS CELESTES DE GRANDES MASSAS, PODE-SE EXPERIMENTAR A MICROGRAVIDADE. ESTA SENSÇÃO EXPERIMENTAMOS QUANDO ESTAMOS SOB A INFLUÊNCIA DE UM CAMPO GRAVITACIONAL MUITO FRACO E QUASE IMPERCEPTÍVEL. DESSE MODO, NOSSA NAVE (E ATÉ MESMO NÓS QUE ESTAMOS EM SEU INTERIOR) POSSUE MASSA, MAS O PESO É MUITO PRÓXIMO DE ZERO!!

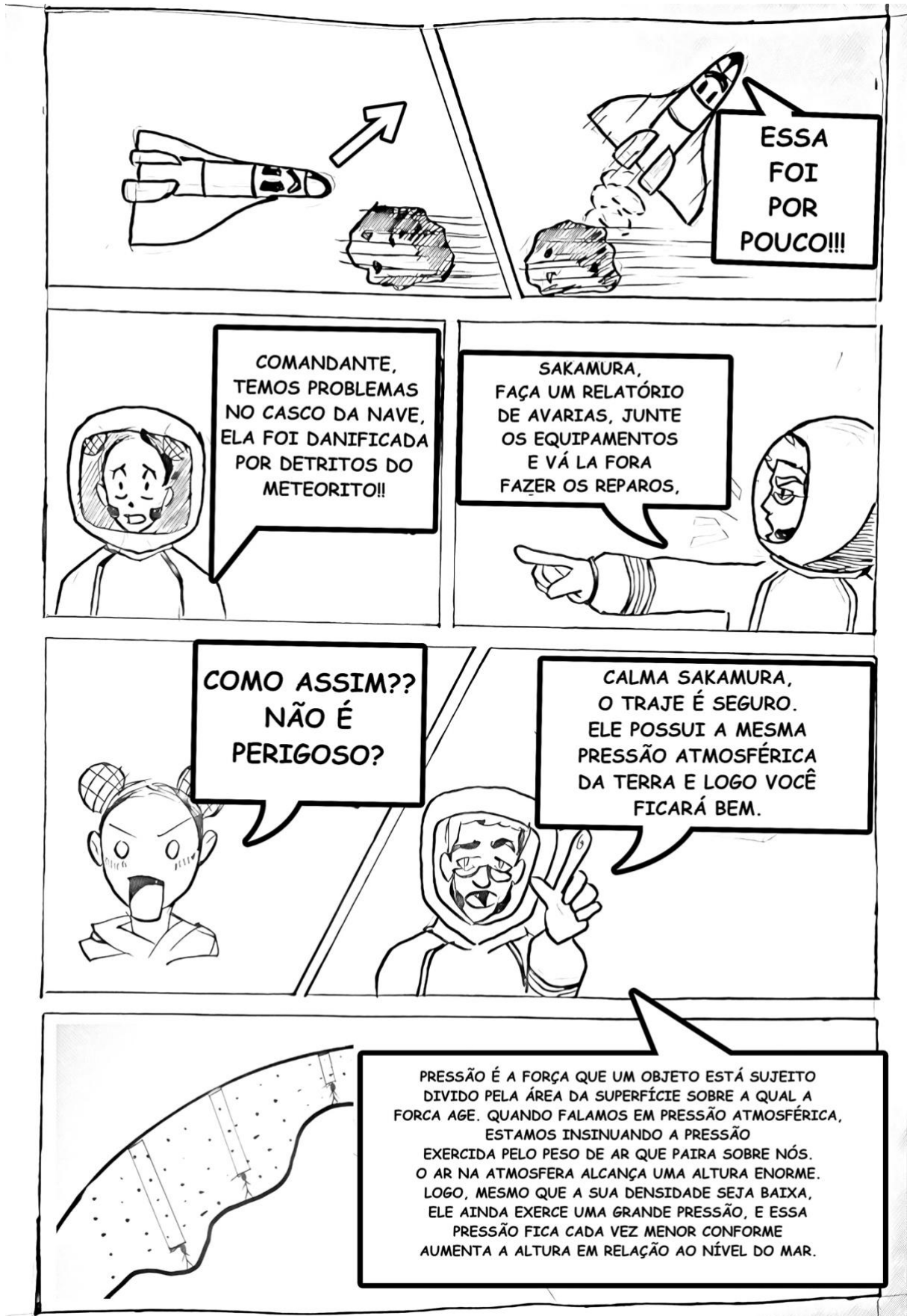
LEMBRE-SE, $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$
OU SEJA, A FORÇA PESO É O PRODUTO DA MASSA
PELA GRAVIDADE.



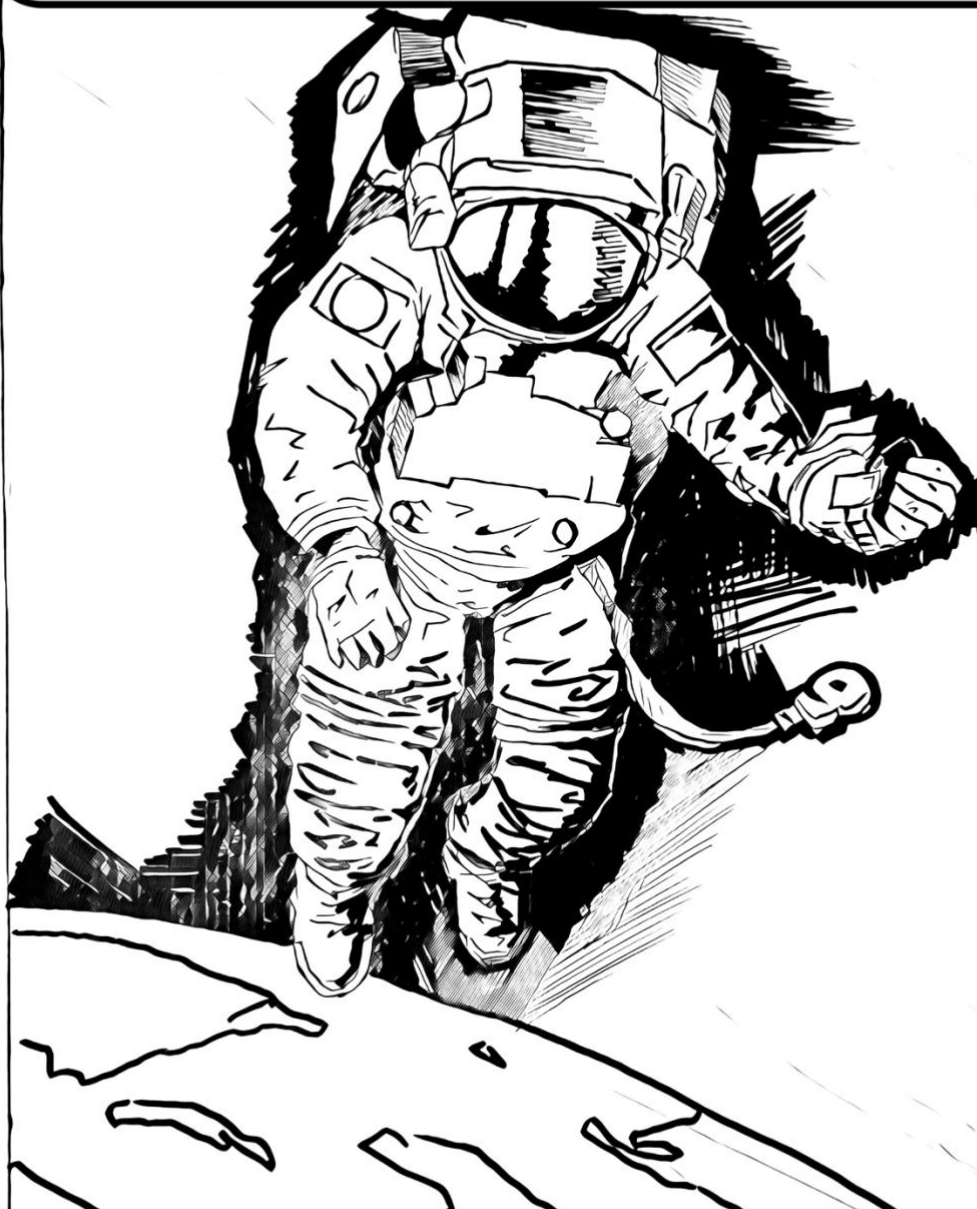
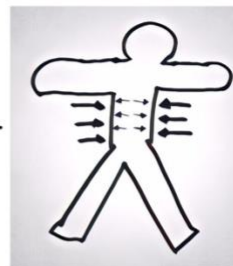


DIAS DEPOIS...





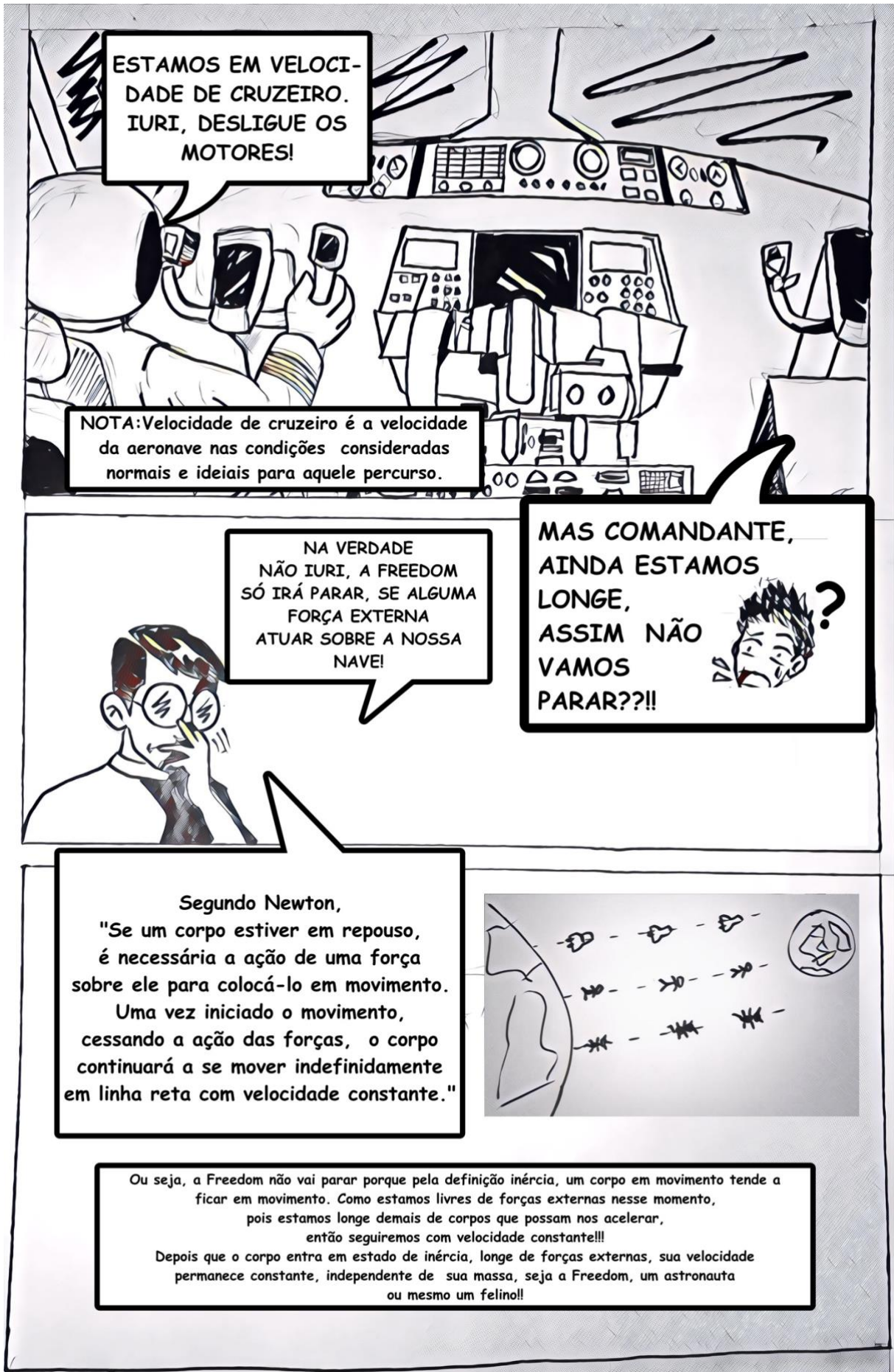
A FORÇA QUE A ATMOSFERA EXERCERCE É UM VALOR MUITO GRANDE, MAS NÃO É NOTADO PORQUE EXISTE GERALMENTE AR TANTO DENTRO QUANTO FORA DOS OBJETOS. AS FORÇAS EXERCIDAS PELA ATMOSFERA EM CADA LADO, (LADO DE DENTRO E DE FORA) SÃO (QUASE) CONTRABALANÇADAS. SOMENTE QUANDO EXISTEM DIFERENÇAS DE PRESSÃO EM AMBOS OS LADOS, QUE A PRESSÃO ATMOSFÉRICA TORNA-SE PERIGOSA PARA OS SISTEMAS DO CORPO, QUE POSSUEM PRESSÕES INTERNA E EXTERNA UM POUCO DIFERENTES, COMO O SISTEMA RESPIRATÓRIO E SANGUÍNEO.



O TRAJE DE CAMINHADA ESPACIAL É CAPAZ DE SUSTENTAR UMA PESSOA POR HORAS FORA DA NAVE. ELE FUNCIONA COMO UMA NAVE PESSOAL QUANDO O ASTRONAUTA ESTÁ IMERSO AO VÁCUO ESPACIAL. A FUNÇÃO DA ROUPA É EMULAR AS CONDIÇÕES QUE PERMITEM A VIDA HUMANA, FORNECENDO OXIGÊNIO E REGULANDO A PRESSÃO, PARA QUE OS LÍQUIDOS DO CORPO NÃO EVAPOREM. ALÉM DISSO, O TRAJE PROTEGE O CORPO DO FRIO, DO CALOR E BLOQUEIA A RADIAÇÃO SOLAR.

OS TRAJES COMEÇARAM A SER USADOS NOS ANOS 60,
NAS PRIMEIRAS VIAGENS ESPACIAIS, PELOS
PROGRAMAS VOSTOK (DA UNIÃO SOVIÉTICA)
E MERCURY (DOS ESTADOS UNIDOS).
MESMO APÓS DÉCADAS DE EVOLUÇÃO, OS
TRAJES PARA A NOSSA MISSÃO SOFREU
ADAPTAÇÕES PARA NOSSA COLONIZAÇÃO EM
MARTE!!





ESTAMOS EM VELOCIDADE DE CRUZEIRO. IURI, DESLIGUE OS MOTORES!

NOTA: Velocidade de cruzeiro é a velocidade da aeronave nas condições consideradas normais e ideais para aquele percurso.

NA VERDADE NÃO IURI, A FREEDOM SÓ IRÁ PARAR, SE ALGUMA FORÇA EXTERNA ATUAR SOBRE A NOSSA NAVE!

MAS COMANDANTE, AINDA ESTAMOS LONGE, ASSIM NÃO VAMOS PARAR??!!

Segundo Newton,
 "Se um corpo estiver em repouso, é necessária a ação de uma força sobre ele para colocá-lo em movimento. Uma vez iniciado o movimento, cessando a ação das forças, o corpo continuará a se mover indefinidamente em linha reta com velocidade constante."

Ou seja, a Freedom não vai parar porque pela definição inércia, um corpo em movimento tende a ficar em movimento. Como estamos livres de forças externas nesse momento, pois estamos longe demais de corpos que possam nos acelerar, então seguiremos com velocidade constante!!!

Depois que o corpo entra em estado de inércia, longe de forças externas, sua velocidade permanece constante, independente de sua massa, seja a Freedom, um astronauta ou mesmo um felino!!

O comandante está certo Yuri, ele está falando das Leis de Newton.

AS FORMAS PELOS QUAIS OS OBJETOS INTERAGEM UNS COM OS OUTROS SÃO MUITO VARIADAS. ISAAC NEWTON CONSEGUIU ELABORAR LEIS QUE PERMITEM LIDAR COM TODA ESSA VARIEDADE DE INTERAÇÕES, COMO FORÇAS QUE AGEM ENTRE OS OBJETOS.

CADA INTERAÇÃO REPRESENTA UMA FORÇA DIFERENTE, QUE DEPENDE DAS DIFERENTES CONDIÇÕES QUE OS OBJETOS INTERAGEM. CONTUDO, TODAS OBEDECEM AOS MESMOS PRINCÍPIOS ELABORADOS POR NEWTON, QUE FICARAM CONHECIDAS COMO LEIS DE NEWTON.

Newton então postulou suas três leis da Mecânica:

Primeira Lei:
 "Qualquer corpo permanece no estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, se a resultante das forças que atuam sobre esse corpo for nula".
 Ou seja, é exatamente o nosso caso, como estamos em pleno espaço se desligarmos os motores, permaneceremos em velocidade constante, pois não há nenhuma força que faça a nave parar!!

Segunda Lei:
 A segunda lei, explica o que acontece com o corpo quando a resultante das forças é um valor diferente de zero.
 Isso ocorre quando existe aceleração do corpo, ou seja, uma variação de sua velocidade com o tempo. Assim podemos expressar essa lei como:
 "A aceleração adquirida por um corpo é diretamente proporcional à intensidade da resultante das forças que atuam sobre o corpo, tem direção e sentido dessa força resultante e é inversamente proporcional à sua massa".

$$\vec{F} = m \times \vec{a}$$

onde:

F é a Força [N]

m é a massa [kg]

g é a gravidade[m/s²]

Terceira Lei:
 "Quando dois corpos interagem, a força que o corpo 1 exerce sobre o corpo 2 é igual e oposta à força que o corpo 2 exerce sobre o corpo 1", ou seja, o par de forças ação-reação tem mesmo módulo e direção mas seu sentido é contrário. Mas não esqueça, essas forças não se anulam pois atuam em corpos diferentes.

ATMOSFERA DE MARTE

COMANDANTE, A NAVE TÁ SUPERAQUECENDO!!

CALMA, ISSO É NORMAL! NOSSA NAVE FOI PROJETADA PARA SUPOSTAR ESSA TEMPERATURA! ESTÁ TUDO BEM.

O QUE ESTÁ ACONTECENDO???

COMO ASSIM NORMAL?

Para amenizar esse gigantesco aquecimento, a entrada na atmosfera de Marte deverá ser feita com um ângulo de entrada bem pequeno, praticamente "tangendo" o planeta. Seremos desacelerados pela atmosfera ao darmos algumas voltas em torno de Marte, para que essa desaceleração seja o mais suave possível. Desse modo, não iremos sofrer com os efeitos da desaceleração repentina e nossa nave não se tornará uma "bola de fogo".

Nossa nave fica super aquecida ao ponto de parecer que vai incendiar é **ERRONEAMENTE** interpretada como decorrente de **ATRITO** com a atmosfera. De fato, esse aquecimento é produzida por colisão da nave em velocidade hipersônica com a atmosfera, gerando uma região de gás à alta pressão e, em consequência da enorme compressão adiabática.

Na Compressão adiabática há um grande aumento na pressão do gás e uma diminuição de seu volume sem que haja trocas de calor.

Nos choques em altas velocidades com o casco da nave, alguns pontos de alta pressão aquecem rapidamente sem troca de calor.

O ar absorve trabalho, eleva sua energia interna e concomitantemente se aquece **SEM** receber calor.

Pontos de ALTA PRESSÃO

