



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

RAPHAEL VIEIRA FREITAS

**O DESENVOLVIMENTO DAS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO
FACILITADOR DO ENSINO E APREDIZAGEM DOS CONCEITOS DE FÍSICA**

**FORTALEZA
2023**

RAPHAEL VIEIRA FREITAS

**O DESENVOLVIMENTO DAS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO
FACILITADOR DO ENSINO E APREDIZAGEM DOS CONCEITOS DE FÍSICA**

Dissertação de Mestrado
apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Física, da
Universidade Federal do Ceará,
como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do título
de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Formação de
Professores de Física em nível de
Mestrado

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio
Araújo Silva

FORTALEZA
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F938d Freitas, Raphael Vieira.

O desenvolvimento das histórias em quadrinhos como facilitador do ensino e aprendizagem dos conceitos de física / Raphael Vieira Freitas. – 2023.

96 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva.

1. Metodologia. 2. Quadrinhos. 3. Construtivismo. 4. Interdisciplinaridade. I. Título.

CDD 530.07

RAPHAEL VIEIRA FREITAS

O DESENVOLVIMENTO DAS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO
FACILITADOR DO ENSINO E APREDIZAGEM DOS CONCEITOS DE FÍSICA

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ensino de Física, da Universidade
Federal do Ceará, como parte dos
requisitos necessários para a
obtenção para a obtenção do título de
Mestre em Ensino de Física.

Aprovado em: 10/08/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva
Universidade Federal do Ceará
(Orientador)

Prof. Cláudio Lucas Nunes de Oliveira
Universidade Federal do Ceará

Prof. Luciana Angélica da Silva Nunes
Universidade Federal Rural do Semi-Árido

À Deus, a minha esposa e aos meus
filhos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser o principal responsável por mais essa vitória na minha vida e único digno de receber toda honra e toda glória hoje e sempre.

À minha esposa Karine Rabelo Ferreira Gomes Freitas e aos meus filhos Gustavo Ferreira Freitas e Diego Ferreira Freitas por todo apoio, incentivo e principalmente pelo sentido que vocês dão a todo esforço e dedicação que tenho tido na minha formação profissional. Vocês são a razão de tudo.

Aos meus pais, Francisco José Costa Freitas e Leonizia Maria Vieira Freitas, por terem sido tão presentes na minha vida me apoiando e me incentivando a conseguir realizar os meus sonhos e por muitos conselhos que eles me deram quando em vida. Neste momento estou encerrando mais um ciclo da minha vida acadêmica em uma das melhores universidades do Brasil, a UFC. Vou continuar honrando o legado que vocês deixaram aqui na Terra para que nunca se acabe.

À Escola Sesi Senai por ter confiado que este projeto iria gerar em seus alunos um ganho substancial na aprendizagem, em especial a coordenadora Lia Mont'Alverne que acreditou que este produto educacional iria trazer facilidade no ensino e aprendizagem de física.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001.

Ao corpo docente da Universidade Federal do Ceará, em especial ao Professor Dr. Marcos Antônio Araújo Silva pela excelente orientação prestada neste trabalho e ao Professor Dr. Fernando Wellysson de Alencar Sobreira por todos os seus ensinamentos nas disciplinas do curso e pelos conselhos dados no momento mais difícil da minha vida particular.

RESUMO

Um dos grandes desafios da profissão de professor de Física atualmente é encontrar uma metodologia que possa maximizar o processo de aprendizagem dos alunos, visto que existe grande rejeição pela maioria dos alunos. Este trabalho tem como objetivo disponibilizar ao professor um manual de criação de história em quadrinhos para ser aplicado para os estudantes. Embasado na metodologia construtivista grupos de quatro a seis alunos do ensino fundamental anos finais da nona série de uma escola da rede particular de ensino foram desafiados a produzir sua própria história em quadrinhos utilizando fenômenos e conceitos físicos. Os estudantes escolhem um assunto que está sendo ministrado no bimestre para elaborar uma situação vivida por um personagem e criar uma HQ. Com a produção dos quadrinhos foi perceptível uma aprendizagem mais divertida e expressiva dos fenômenos físicos. Eles exploraram principalmente três conteúdos: mecânica, termologia e ondulatória e usaram de toda a criatividade para elaborar desenhos sequenciados e quadrinhos que fizessem sentido. A maioria dos conceitos ficaram claros e outros não, mas houve um grande avanço na aprendizagem da disciplina. Na última fase da metodologia os alunos compartilharam as histórias em quadrinhos uns com os outros e comentaram o quanto acharam necessária atividades lúdicas para entender conceitos de física, levando a uma aprendizagem mais eficaz. Com toda a atividade foi perceptível a atração que os alunos tiveram pela disciplina. Concluímos que a produção por parte dos alunos de uma HQ é uma ferramenta muito eficiente na aprendizagem de física e envolve conceitos físicos com outras área de conhecimento, criando uma HQ interdisciplinar, proporcionando o estudante a conquistar o conhecimento científico.

Palavras-chave: metodologia; quadrinhos; construtivismo; interdisciplinar.

ABSTRACT

One of the great challenges of the Physics teacher profession today is to find a methodology that can maximize the students' learning process, since there is great rejection by most students. This work aims to provide the teacher with a comic book creation manual to be applied to students. Based on the constructivist methodology, groups of four to six elementary school students in the final years of the ninth grade of a private school were challenged to produce their own comic strip using phenomena and physical concepts. Students choose a subject that is being taught in the two-month period to elaborate a situation experienced by a character and create a comic. With the production of comics, a more fun and expressive learning of physical phenomena was noticeable. They mainly explored three contents: mechanics, thermology and waveforms and used all their creativity to elaborate sequenced drawings and comics that made sense. Most of the concepts were clear and others were not, but there was a great advance in learning the discipline. In the last phase of the methodology, the students shared the comics with each other and commented on how much they found playful activities necessary to understand physics concepts, leading to more effective learning. With all the activity, the attraction that the students had for the discipline was noticeable. We conclude that the production by the students of a comic is a very efficient tool in the learning of physics and involves physical concepts with other areas of knowledge, creating an interdisciplinary comic, allowing the student to conquer scientific knowledge.

Keywords: methodology; comics; constructivism; interdisciplinary.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Obra de Jean Piaget	18
Figura 2 – Yellow Kid	26
Figura 3 – Alice no País do Quantum	30
Figura 4 – As onomatopeias como recurso visual nas HQs	31
Figura 5 – Posição da partícula em função do tempo	36
Figura 6 – Orbitas elípticas	40
Figura 7 – Áreas iguais em tempos iguais	41
Figura 8 – Lei Zero da Termodinâmica	43
Figura 9 – Cronograma	49
Figura 10 – Homer Energy	50
Figura 11 – A origem	52
Figura 12 – J-Gravity	53
Figura 13 – O guerreiro da ciência	54
Figura 14 – Coração de Laser em Energia	55

LISTA DE SIGLAS

HQ – Histórias em quadrinhos

LDB – Lei de Diretrizes e Bases

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PNBE – Programa Nacional Biblioteca de Escola

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	O CONSTRUTIVISMO DE JEAN PIAGET	15
2.1	Jean Piaget e a teoria da construção do conhecimento	15
2.2	Aprendizagem, desenvolvimento e conhecimento	18
2.3	O construtivismo	21
2.4	Teoria de Piaget e inovações	23
3	HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO METODOLOGIA DE ENSINO	26
3.1	Histórias em quadrinhos na educação	26
3.2	Exploração de HQs para fins pedagógicos	28
3.3	Interdisciplinaridade na prática do ensino/aprendizagem	31
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA FÍSICA	35
4.1	Mecânica	35
4.2	Termologia	42
4.3	Ondas	45
5	METODOLOGIA	47
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	50
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
	REFERÊNCIAS	58
	APENDICE A - MODELO DE QUESTIONÁRIO	61
	APENDICE B - PRODUTO EDUCACIONAL	62
	ANEXOS	78

1 INTRODUÇÃO

Cada dia que passa a vida docente se torna um desafio cada vez maior, pois temos um baixo nível acadêmico por parte dos alunos, salas em sua maioria superlotadas e o desinteresse em conteúdo como física por parte dos alunos. Isso faz com que o professor busque cada vez mais metodologias diferentes da tradicional para instigar o aluno a pensar sobre os conteúdos da disciplina.

Fundamentado nos PCNs em que as propostas curriculares oficiais deveriam ser organizadas em áreas o professor pode ser um facilitador para o trabalho de modo interdisciplinar, isso promove o ensino e aprendizagem, pois por causa da diversidade de alunos que temos em sala podemos contemplar o maior número de pessoas com o conteúdo pela forma que o fenômeno será abordado. Não restringe somente a física, mas os fenômenos serão abordados de vários pontos de vista diferente de forma a contribuir para a compreensão dos conceitos principais. Os objetivos específicos serão preservados, mas essa metodologia transcende o padrão normal de ensino que anteriormente era observar apenas os fenômenos e explicar com formalismos matemáticos e científicos e hoje trazemos problematizações sociais.

Com contribuições de Barra e Lorentz (1986) e Carvalho (2006) a produção de quadrinhos ganharam seu espaço na educação e eles tentavam unir o ensino aos quadrinhos, podendo ser explorada as possibilidades de utilização de um personagem para exemplificar um fenômeno ou até mesmo a produção de histórias em quadrinhos que aborde conteúdos de física.

Para Smole (1999) é importante que o professor reconheça a metodologia adequada para suas turmas, porém não é uma tarefa simples. Assim como as metodologias ativas a elaboração de HQs torna o estudante o principal protagonista do processo de ensino e aprendizagem, trazendo para o professor a responsabilidade de ser a ligação entre o conhecimento que será adquirido e a criação dos quadrinhos.

Segundo Piaget (1997) utilizar o lúdico na promoção do ensino e aprendizagem de física é uma metodologia de desenvolvimento intelectual, além de remeter ao prazer e a diversão de se estudar uma das disciplinas considerada mais complicadas de forma leve e prazerosa.

Desta forma, utilizando tirinhas de histórias em quadrinhos com imagens e personagens que vivenciam na história um fenômeno explicado na física ou que possua superpoderes, os professores conseguem compartilhar o conteúdo de física de forma mais atraente para o aluno. Seja qual for a área da física que esteja sendo estudada a metodologia se aplica, pois traz na experiência do personagem a explicação para os conceitos.

Com base no contexto de contribuição na educação pelo uso das histórias em quadrinhos na elaborei uma proposta didática pedagógica utilizando a produção de HQs como metodologia de promoção do ensino e aprendizagem de física. Criando um guia ou manual sobre o assunto professores de Física do Ensino Fundamental Anos Finais ou Ensino Médio das redes particulares ou públicas de ensino poderá utilizar de forma eficiente a metodologia, constatando um avanço no desenvolvimento cognitivo do aluno.

Independente do nível de ensino este trabalho pode ser adaptado pelo professor conforme a necessidade de cada turma com o objetivo de incentivar o estudante a produzir os seus quadrinhos. Desta maneira, este trabalho pode ser utilizado para abordar qualquer assunto de física, de forma mais geral ou mais específica. Mediante ao assunto que será contemplado no bimestre o professor irá sugerir personagens de HQs que já existem para inspirar os grupos a criar seu próprio personagem, bem como sua própria história. Percebemos que neste trabalho o estudante é o protagonista da metodologia. O professor é o facilitador do trabalho na explicação dos fenômenos físicos explorados nas histórias.

Um dos principais objetivos desta dissertação é o ensino de três ramos da física que serão estudados no bimestre que sugerimos fazer o trabalho: Mecânica, Termologia e Ondulatória. No ensino fundamental anos finais o material didático contempla tópicos gerais e iniciais destes assuntos no intuito de proporcionar um ensino por investigação do aluno. De modo geral as análises feitas para cada assunto são quantitativas, dificultando a aprendizagem e levando o estudante a perder o interesse pelo conteúdo. O professor tem que incentivar e inspirar o aluno tornando interessante a abordagem da física com super-heróis.

Com isto, inserimos no trabalho a metodologia compartilhada por Jean Piaget, o construtivismo. De forma totalmente protagonista o aluno constrói o seu conhecimento passo a passo mediante a facilitação do seu docente. Esta

metodologia é simples de ser utilizada por qualquer professor, buscando sempre está interação do aluno com o conteúdo fazendo ele construir o seu conhecimento sobre a temática.

Começando por buscar o conhecimento prévio do aluno sobre os quadrinhos o professor pode trabalhar os personagens que os alunos têm mais afinidade ou facilidade de entender a física por traz do personagem. A maioria dos alunos que realizaram esta produção, alunos do 9º ano do Ensino Fundamental Anos Finais, conheciam os super-heróis da Marvel, DC e Mangá.

Após a introdução, temos no capítulo 2 o embasamento teórico sobre a teoria do construtivismo e a as contribuições de Jean Piaget para a educação.

No capítulo 3 observamos como as HQs entraram na educação e o potencial que elas ganharam com o passar do tempo. Apesar de ser muito criticada no começo a metodologia de utilização de quadrinhos no ensino foi muito importante, pois facilitou a interdisciplinaridade, que trouxe várias maneiras de explicar o mesmo fenômeno.

O capítulo 4 traz a metodologia da sugestão de guia para os professores. Orientações sobre equipes, quantidade de membros em cada equipe, temas, inspiração e turmas que foram aplicadas o trabalho.

Já no capítulo 5 retratamos a fundamentação teórica física da história. Explicamos a base física dos conteúdos para o aluno pesquisar os fenômenos que serão utilizados na história e temos o objetivo que o aluno consiga desenvolver o conteúdo para a produção dos quadrinhos.

Nos capítulos 6 e 7 temos os resultados e discussões e considerações finais, respectivamente. Compartilhamos a experiências dos alunos nas produções e concluímos o nosso trabalho. No apêndice tem uma sugestão para questionário prévio para auxiliar nas escolhas dos principais personagens que servirão de inspiração para os estudantes e o Produto Educacional elaborado.

2 O CONSTRUTIVISMO DE JEAN PIAGET

2.1 Jean Piaget e a teoria da construção do conhecimento

Jean Piaget (1896-1980), nascido na Suíça, inicialmente concentrou seus estudos no ramo da pesquisa científica de natureza biológica com moluscos. Posteriormente, investigando as relações dos organismos e do meio, ele passa a estudar a natureza humana. Seu interesse pela natureza humana é proveniente da observação que o próprio meio influencia para a construção da inteligência através das ações entre o organismo e o meio.

Com sua publicação de *A linguagem e o pensamento na criança* e a *Representação do mundo na criança* ele mostrou que o progresso da criança ocorre através das mudanças de suas características e nas suas tentativas de explicar as realidades. Estas publicações deram base a metodologia da Psicologia Genética. Após inúmeras publicações relatando a evolução de suas pesquisas e estudos ele publica a obra *Introdução à epistemologia genética* apresentando uma análise de dados psicogenéticos e biológicos.

Piaget buscava uma ligação entre a psicologia e a biologia. Ele procurava a correspondência entre o pensamento da criança e a hierarquia biológica do organismo e da espécie. Para isto ele desenvolveu um novo método de pesquisa que agregaria uma série de técnicas de investigação. Este método consistia em três observação simultâneas: o comportamento espontâneo da criança, o comportamento provocado por uma experiência e o diálogo entre o pesquisador e a criança. Para Piaget, o conhecimento é resultado da interação entre o sujeito e o meio, ou seja, o pensamento inicia na ação do sujeito com o objeto.

Para Ferracioli (1999) o desenvolvimento mental do indivíduo é um processo contínuo de construção de estruturas variáveis somado as características comuns a todas as idades que perdura do nascimento até a idade adulta, refletindo o grau de desenvolvimento intelectual do indivíduo. Piaget (1967) existe duas estruturas diferentes: as variáveis e as invariáveis. Ele define as estruturas variáveis de maneiras de organização das atividades mentais, que comportam as características motoras e afetiva. Já as invariáveis são as

estruturas que não variam com o nível mental do indivíduo. Piaget decidiu dividir o desenvolvimento em estágios ou períodos que seguem três critérios:

1. A ordem de sucessão é constante, embora as idades médias que as caracterizam possam variar de um indivíduo para outro, conforme o grau de inteligência, ou de um meio social a outro (PIAGET; INHELDER, 1978, p. 131).
2. Cada estágio é caracterizado por uma estrutura de conjunto em função da qual se explicam as principais reações particulares (PIAGET; INHELDER, 1978, p. 131)
3. As estruturas de um conjunto são integrativas e não se substituem umas às outras: cada uma resulta da precedente, integrando-a na qualidade de estrutura subordinada e prepara a seguinte, integrando-se a ela mais cedo ou mais tarde (PIAGET; INHELDER, 1978, p. 132).

Essas estruturas formaram quatro estágios de desenvolvimento que foram descritos e explicados por Piaget, que é caracterizado pelo surgimento de novas estruturas, diferente das anteriores na coordenação e nos campos de aplicação. Estas novas qualidades de pensamento interferem no desenvolvimento do ser. Estes períodos de desenvolvimento são definidos pela melhor característica que o indivíduo apresenta em cada faixa etária. Na fase da adolescência as mudanças na forma de pensar sobre si mesmo, seus relacionamentos pessoais e sobre a natureza da sociedade desenvolveu uma nova estrutura lógica que ele chamava de operações formais. Segundo da Silva (2011) todas as pessoas passam por todos esses períodos, obedecendo esta sequência, porém as características biológicas do indivíduo e os fatores educacionais e sociais determinarão quando será o início e o término de cada estágio.

O primeiro estágio é o sensório-motor que tem a faixa etária variando de zero a dois anos de idade. O indivíduo, ainda bebê, desenvolve predominantemente as percepções sensoriais e dos movimentos.

No segundo estágio, chamado de pré-operatório, período dos dois aos sete anos de idade, a inteligência é intuitiva, pois não se separa da realidade e egocêntrica. Neste estágio o indivíduo faz a descoberta do símbolo e a aprendizagem da fala.

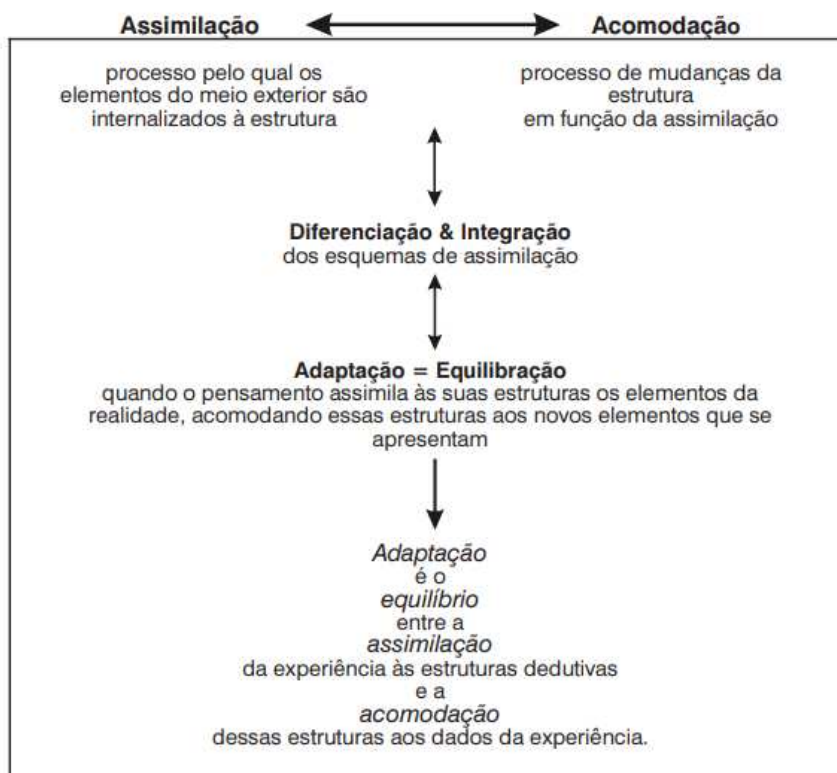
O estágio das operações concretas, terceiro estágio, que tem sua etapa entre os sete anos de idade até os doze, o ser apresenta um grande salto das ações às operações mentais concretas.

Por último temos o estágio das operações formais, que ocorre dos doze anos de idade em diante, período que vamos observar que a realidade é um conjunto de todas as possibilidades e que o adolescente depende cada vez menos dos objetos e fantasias para considerar problemas e situações. Nesse período o indivíduo passar a desenvolver a habilidade de criar conteúdo abstratos e aprender como as informações gerais e necessárias a adaptação, e as informações específicas necessárias para uma ocupação.

Para Rappaport (1981) a transição de estágios ocasiona um desequilíbrio temporal. Dessa forma cada início de uma nova etapa podemos observar a predominância da assimilação sobre a acomodação. Aos poucos, através de um processo gradual as estruturas internas tornam-se adequadas a realidade e atinge um equilíbrio maior.

O desenvolvimento do indivíduo é proveniente de uma constante busca pelo equilíbrio que é a adaptação do ser as situações existentes no mundo exterior. Esta adaptação é resultado de dois processos: assimilação e acomodação. A assimilação é processo de adquirir elementos do meio exterior e a acomodação se refere ao processo de mudança da estrutura. Piaget (1982) define que a adaptação é o equilíbrio entre a assimilação e acomodação de experiências. Um resumo esquemático do processo descrito está representado a seguir.

Figura 1: Obra de Jean Piaget.



Fonte: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1611965/mod_resource/content/1/aula-o%20construtivismo%20na%20educacao.pdf. Acesso em: 14/06/2023

No estágio do desenvolvimento operações formais o indivíduo demonstra uma maneira mais flexível de manipular as informações, consegue se distanciar do mundo empírico e na adolescência ele reflete fora do presente, elaborando teoria sobre todas as coisas. Adquirindo este nível de pensamento o indivíduo é capaz de fazer uma análise para resolver problemas específicos.

2.2 Aprendizagem, desenvolvimento e conhecimento

No campo da psicologia genética, Piaget estudou como ocorria o desenvolvimento da inteligência que era entendida como um conjunto de estruturas mentais adaptadas. Com isto ele analisou a diferença entre desenvolvimento e aprendizagem, duas situações que o indivíduo passaria e que são diferentes.

(...) desenvolvimento é um processo que diz respeito à totalidade das estruturas de conhecimento. Aprendizagem apresenta o caso oposto. Em geral, a aprendizagem é provocada por situações – provocada por psicólogos experimentais; ou por professores em relação a um tópico específico; ou por uma situação externa. Em geral, é provocada e não espontânea. Além disso, é um processo limitado – limitado a um problema único ou a uma estrutura única. Assim, eu penso que desenvolvimento explica aprendizagem, e essa opinião é contrária à opinião amplamente difundida de que o desenvolvimento é uma soma de experiências discretas de aprendizagem (PIAGET, 1964, p. 176).

Com isto, percebemos que para Piaget a aprendizagem acontece como função de um desenvolvimento total que dá base para cada nova experiência de aprendizagem. Ferracioli (1999) diz que Piaget considerava que o adquirir conhecimento não era uma ação unilateral do meio e sim uma interação nos dois sentidos, de forma que o meio proporciona um estímulo ao indivíduo e o indivíduo ao meio, ao mesmo tempo. A partir desta análise de Piaget ele definiu dois tipos diferentes de aprendizagem: a restrita e a de sentido amplo. A aprendizagem restrita pode ser entendida que o resultado da aprendizagem é adquirido com a experiência e tem sua evolução no decorrer do tempo. Através dessa definição podemos entender que o ser pode observar o fenômeno que está acontecendo, compreender, elaborar hipóteses através das assimilações e acomodações, mas ele não pode generalizar para qualquer outra experiência que ele vai observar. Já a aprendizagem no sentido amplo ela é resultado da junção da aprendizagem restrita com os processos de equilíbrio e adquirir o conhecimento é consequência da experiência com o processo de autorregulação. Unindo isto a equilíbrio, o indivíduo passa a ter várias diferenciações ocasionadas pela acomodação e o resultado é o desenvolvimento mental.

Castorina (1988) diz que a aprendizagem depende do desenvolvimento, segundo as teorias de Piaget, podendo ser observadas algumas fases de construção e aperfeiçoamento da teoria onde as relações foram aperfeiçoadas por alguns questionamentos. No livro de Piaget e Gréco (1974) autores consideram que existem posições empiristas e aprioristas.

Os empiristas avaliam que as relações de associação entre estímulos e respostas podem explicar a aprendizagem e conseqüentemente o desenvolvimento, porém elas foram criticadas por Piaget e Gréco, pois não explicariam as pré-seleções diante dos estímulos e a transição de uma aprendizagem para outra. Eles concluíram que existe uma etapa entre o estímulo e a resposta que ocorre uma estrutura de conhecimentos, também conhecidos como esquemas, que dão base para o indivíduo assimilar, coordenar e organizar conhecimentos construídos de forma ser possível generalizar e ser um conhecimento duradouro.

A posição apriorista avalia que os conhecimentos estariam pré-formados em estruturas anteriores. Esta posição também foi criticada por Piaget e Gréco. Eles afirmam que o desenvolvimento ocorreu através de uma construção gradual das operações da mente e evolução.

Portanto, para Piaget (1995), a lógica se constrói em estágios de desenvolvimento que supõem uma evolução, pois há equilíbrio entre as trocas do sujeito com o meio de forma progressiva.

Pozo (1998) analisou que os empiristas se satisfaziam com o indivíduo reproduzindo de forma direta o que havia sido ensinado e os piagetianos exigiam que houvesse uma demonstração que a operação lógica havia sido formada.

Castorina (1988) trouxe uma nova etapa para a discussão entre desenvolvimento e aprendizagem com dois novos questionamentos para a Teoria da Psicogenética: “Se a aprendizagem pode ocorrer numa situação normal, natural, de desenvolvimento das estruturas, então, não se poderia suscitar tal situação?” ou “Não seria possível criar uma situação normal de desenvolvimento que apelasse para a construção de novas aprendizagens?”

Uma situação normal de desenvolvimento de estruturas é uma etapa de desequilíbrio entre as assimilações e as acomodações. Seria o caso de proporcionar ao indivíduo uma situação conflitante que o faça buscar novos esquemas, ou seja, para produzir o desenvolvimento, seria necessário colocar os sujeitos em situações-problemas.

Para a promoção do desenvolvimento é preciso considerar que a aprendizagem ocorre em um sentido amplo em situações específicas. Castorina (1988) afirma que toda aprendizagem é dada a partir de conhecimento anteriores adquiridos pelo indivíduo e dos esquemas prévios que serão assimilados para

uma nova situação do meio. Estas assimilações só ocorrem através da interação com o meio, confirmando os esquemas pré-existentes, ou novas transformações por acomodação.

Podemos inferir que para Piaget a aprendizagem depende do desenvolvimento. Os esquemas de assimilação servem para que o indivíduo construa ou reconstrua conhecimento para solucionar situações-problemas, e não apenas copiá-lo do mundo real. E aprender se dá, além dos esquemas de assimilação, através da coordenação esquemas em estruturas de conhecimento que permitem a equilibração através de processos biológicos e naturais de reflexão e reflexionamento. Com o domínio de esquemas e estruturas o indivíduo se torna mais criativo para elaborar uma história que expressem todo o seu conhecimento e desenvolvimento sobre o conteúdo da história.

2.3 O construtivismo

Diante de uma educação desprovida de criatividade e criticidade proporcionada por uma metodologia tradicional de educação onde o educador é apenas um reprodutor de informações soltas e aleatórias, Piaget, primeiro pesquisador a utilizar o termo construtivismo, trouxe um novo “método de alfabetização” que modificaria o processo de ensino e aprendizagem. Os educandos fazem parte do processo de forma ativa participando e construindo sua própria aprendizagem a partir dos seus conhecimentos e de suas interações e relações com a realidade. O movimento construtivista tem trazido mudanças significativas para as escolas brasileiras. Pozo (1994) certifica essa afirmação:

O construtivismo propõe que o aluno participe ativamente do próprio aprendizado, mediante a experimentação, a pesquisa em grupo, o estímulo a dúvida e o desenvolvimento do raciocínio, entre outros procedimentos. A partir de sua ação, vai estabelecendo as propriedades dos objetos e construindo as características do mundo. As escolas que usam o método construtivista têm características de estrutura diferentes das escolas que usam outros métodos. (POZO, 1994, p. 24)

Com as ideias do movimento construtivista aplicadas a educação foi perceptível a mudança na postura do educador dentro da escola, resultando em melhorias no ensino. As aulas se tornaram mais significativas e o aluno passou de um mero receptor de informações para um indivíduo que interage com as situações propostas. Isso possibilitou ao educador desenvolver sua criatividade e torna suas aulas mais dinâmicas e produtivas, e ao aluno tornar-se um agente ativo no processo de aprendizagem. É possível demonstrar através desse processo são necessários estímulos que desenvolvam e ampliem a inteligência do indivíduo.

Construtivismo é uma das correntes teóricas empenhadas em explicar como a inteligência humana se desenvolve partindo do princípio de que o desenvolvimento da inteligência é determinado pelas ações mútuas entre o indivíduo e o meio. Esta concepção do conhecimento e da aprendizagem que derivam, principalmente, das teorias da epistemologia genética de Jean Piaget parte da ideia de que o homem não nasce inteligente, mas também não é passivo sob a influência do meio, isto é, ele responde aos estímulos externos agindo sobre eles para construir e organizar o seu próprio conhecimento, de forma cada vez mais elaborada. Azenha, (1997) apud (POZO, 1994, p.18)

É possível identificar diferentes contribuições para o processo de alfabetização através desse método. Dessa maneira o aluno tem liberdade para aprender das mais diversas formas, respeitando sempre os seus limites e necessidades.

Diante desta realidade educacional é comum se observar nas escolas alunos realizando atividades diferenciadas no ambiente externo a sala de aula, tornando muitos locais da escola ambientes de descobertas e aprendizagens. O ambiente de sala de aula passa a ser um verdadeiro ambiente de construção do saber onde os alunos expõem suas produções de forma que eles ficam motivados, incentivados e se sentem fazendo parte do processo de ensino e aprendizagem. Com isto percebemos uma educação mais dinâmica, interessante e prazerosa envolvendo não só o aluno, mas toda sua família.

Para Fosnot (1998b) o construtivismo é uma teoria de conhecimento sobre a aprendizagem, onde a aprendizagem,

(...) nessa perspectiva, é vista como um processo autorregulador que enfrenta o conflito entre modelos pessoais do mundo, já existentes, e novos insights discrepantes; que constrói novas representações e modelos da realidade como um empreendimento humano de formação de significados com ferramentas e símbolos culturalmente desenvolvidos (...) (FORNOT, 1998, p. 11).

Com o construtivismo, temos um modelo de aprendizagem interativo. Esta interação é condição, mas não é suficiente para o processo. O conhecimento será construído a partir de aquisições anteriores possibilitando resoluções posteriores, de forma que elas interagem entre si.

2.4 A teoria de Piaget, criações e inovações

Para Piaget elementos que causam desequilíbrio, como as dúvidas, são os principais fatores que levam as transformações nas estruturas conceituais do sujeito. Estes fatores fazem parte da essência dos “atos de criatividade intelectual” (PIAGET, 2001, p.15) e são fatores fundamentais para o desenvolvimento do pensamento lógico. Ele acreditava que a criatividade se originava a partir das combinações novas, originais e sempre em mutação e era uma das características principais da inovação.

O construtivismo proposto por Piaget mostra um modelo de aprendizagem interativo que permite o indivíduo criar novas possibilidades de resolução de problemas e inovar. Christtesen, Dyer e Gregersen, 2012 dão ênfase a cinco competências que pessoas inovadoras possuem, além da criatividade e raciocínio lógico.

Os inovadores “pensam diferente” [...] suas mentes são excelentes para combinar ideias que não estão relacionadas de maneira óbvia, para produzir ideias originais (chamaremos essa competência cognitiva de “pensamento associativo” ou “associação”). Mas, para

pensar de forma diferente, os inovadores têm que agir de forma diferente. Todos eram indagadores e faziam perguntas que desafiavam o status quo. Alguns observavam o mundo com uma intensidade que ia além do normal. Outros se ligavam pela internet às mais diversificadas pessoas na face da Terra. Outros ainda colocavam a experimentação no centro de sua atividade de inovação. Quando levadas adiante de forma consistente, essas ações davam início a um pensamento associativo para produzir novos negócios, produtos, serviços e/ou processos (CHRISTESEN; DYER; GREGERSEN, 2012, p. 7).

Todas estas competências estão em concordância com a teoria do construtivismo de Piaget, onde com base em dúvidas, questionamentos, curiosidades, experiência, tentativa e erro se dá a aprendizagem.

Piaget com seu movimento construtivista não traz uma abordagem especificamente inovadora, mas uma abordagem criativa com o objetivo de criar um indivíduo que tenha capacidade de criar ou produzir e não somente repetir. Para todas as faixas etárias de idade e cada sujeito a seu tempo os indivíduos se tornariam criativos e inovadores. Estas inovações passaram a ter uma importância cada vez maior com o passar do tempo, pois elas melhoraram a qualidade de vida das pessoas e trouxe novas possibilidades de as pessoas satisfazerem suas necessidades. Os processos mentais pelos quais o indivíduo passa.

Para Piaget o novo conhecimento é resultado de uma fase de abstração reflexionante que Montenegro e Maurice-Naville diz que ocorre em três fases:

primeiramente a abstração propriamente dita, que consiste em apreender certos modos de organização dos conhecimentos do sujeito; depois, o reflexionamento, que torna a projetar o que foi abstraído em um plano de conhecimento superior; enfim, a reflexão ou reconstrução em um novo plano (MONTENEGRO; MAURICE-NAVILLE, 1998, p. 92).

O processo da teoria do construtivismo proporciona ao indivíduo um crescimento intelectual que o deixa estimulado em aprender cada vez mais e buscar novas possibilidades. A criação de uma nova solução é uma ação

humana que é adquirida quando estão dispostos desafios segundo Alessandrini (2004). Esta etapa da criação é individual, diferente para cada pessoa. Ele é influenciado pelos conhecimentos, experiências, habilidades, motivações e objetivos do ser. Para Borges e Da Cruz Facundes (2016) o indivíduo para pôr quatro etapas no processo de criação que vai desde das perguntas ou questionamentos, passa para o conhecer onde o ser vai buscar elementos que compõem o problema, em seguida o compreender que ele passa a entender todo o conhecimento do problema e por último a fase do criar que é o momento do novo.

As etapas para a criação são pontos importantes nas metodologias de ensino por exemplo de robótica e histórias em quadrinhos, pois um dos principais fatores que o aprendiz tem que exercitar é sua criatividade para compreender e solucionar problemas que a sociedade necessita.

A teoria construtivista fornece uma organização para os novos processos de inovação e criação, bem como traz uma aplicação para qualquer atividade de aprendizagem.

3 HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO METODOLOGIA DE ENSINO

3.1 História em quadrinhos na educação

O ser humano sempre teve uma necessidade muito grande de comunicação e muitas vezes, na antiguidade, essa linguagem era não-verbal. Das representações artísticas pré-históricas gravadas nas paredes e tetos das cavernas aos quadros de igrejas medievais a linguagem não verbal estava sendo desenvolvida e isso se tornou inspiração para a criação das histórias em quadrinhos. Uma das primeiras criações das histórias em quadrinhos foi o personagem Yellow Kid, do norte americano Richard Outcault, em 1895, mas apenas em 1996 o Brasil deu os seus primeiros passos para inserir as histórias em quadrinhos na educação, com a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) e com os Parâmetros Curriculares Nacionais.

Figura 2: Yellow Kid



Fonte: LOPES (2017)

Alves (2001) diz que utilizar histórias em quadrinhos na educação infantil estimula a prática da leitura e contribui para a formação do leitor. As HQs facilitam a compreensão dos textos e torna a leitura mais atrativa e prazerosa, possibilitando o estudante se interessar por produzir novos textos. Elas proporcionam de forma divertida e prazerosa a inserção de novos conhecimentos e contribui para superar as dificuldades no processo de aquisição de novos conhecimentos.

Para Vergueiro (2004), as HQs mostram uma forma interativa da linguagem não verbal e verbal, possibilitando o aluno compreender claramente a mensagem exposta e, conseqüentemente, ter uma comunicação com o autor da HQ, contribuindo para uma aprendizagem enriquecedora.

Segundo Ramos (2009) as histórias em quadrinhos oportunizam os alunos a observarem uma comunicação por um olhar mais crítico e fundamentado. Com isto a criança amplia seus conhecimentos e desenvolve seu interesse maior pela leitura, contribuindo para seu processo de aprendizagem.

No processo de ensino e aprendizagem as histórias em quadrinhos são instrumentos de grande importância, pois ampliam o vocabulário dos alunos, tornam eles seres críticos e desenvolve a oralidade, uma vez que eles estão em contato direto com uma alternância da linguagem verbal para a não verbal, auxiliando assim no processo de alfabetização, seja qual for a faixa etária de idade ou qual segmento de ensino. Podemos perceber também que esta utilização contribui para a imersão do aluno a culturas diferente da que ele vive, sendo uma cultura real ou fictícia. Sendo trabalhado dando atenção a riqueza do texto e para a beleza das ilustrações permite que o aluno construa um sentimento de curiosidade pelo livro, pelo tema abordado e pela escrita.

Tanino (2011) diz que a utilização das HQs nos colégios é uma forma dinâmica e significativa para incentivar os alunos a prática da leitura, escrita, criação, pesquisa e dramatização sobre a vida. Por possuírem uma grande aceitação entre os alunos, as histórias em quadrinhos precisam estar relacionadas a assuntos transversais da educação, como: saúde, meio ambiente, tecnologia e ciências aplicadas. Isto possibilita tornar mais interessantes conteúdos mais complexos ou peculiares.

Sendo assim, as HQs se tornam um recurso a ser utilizado na metodologia de aula do professor, um recurso de baixo custo e podendo ser aplicado em

qualquer nível escolar, viabilizando tratar de assuntos diversos de forma lúdica. Oliveira (2010) diz que:

[...] Este aspecto é possível devido à grande quantidade de temas, títulos e histórias existentes, não impondo barreiras para sua utilização em qualquer nível escolar, basta o professor procurar uma história em quadrinho que melhor se encaixe em seu conteúdo proposto [...] E também as histórias em quadrinhos são acessíveis a todos os professores já que elas estão presentes em vários veículos de comunicação como jornais, revistas, magazines, internet. Além de possuírem baixo custo. (OLIVEIRA, 2010, p. 78)

Com toda a relevância e espaço que as histórias estavam conseguindo foi em 2006 que elas foram incluídas na lista de materiais do Programa Nacional Biblioteca de Escola (PNBE), programa este que distribui livros para as escolas de todo o país, aumentando o alcance das histórias em quadrinhos nas pessoas e ratificando a importância da utilização desse método de ensino e aprendizagem.

Considerando a educação como algo grandioso e em constante desenvolvimento as HQs estão envolvidas no dia a dia das pessoas. Seja na educação escolar, familiar ou religiosa, o processo educativo é contínuo e cumulativo, de forma que o ser pode utilizar de situações vividas ou experiências do dia a dia para criar sua própria história, adquirindo assim mais conhecimento e desenvolvendo novas habilidades.

3.2 Exploração de HQs para fins pedagógicos

O processo de desenvolvimento da prática pedagógica de utilização das histórias em quadrinhos no ensino passou por muitos anos de rejeição por parte de educadores. À medida que eles foram percebendo o espaço que as histórias em quadrinhos estavam conquistando na vida de cada pessoa com entretenimento o gênero foi ganhando espaço no ambiente escolar e adaptando os planejamentos pedagógicos utilizando a metodologia.

Conforme o tempo passava as histórias em quadrinhos eram mais aceitas pelo público e na educação tornava-se um grande potencial pedagógico, pois

era nítido que as HQs traziam um incentivo à leitura e compreensão de ideias. Isso tornava mais acessível trabalhar assuntos de forma interdisciplinar. Segundo Vergueiro (2005) as HQs tinham a capacidade de proporcionar interação e diálogo entre o professor e aluno.

Com toda a relevância que as histórias em quadrinhos estavam possuindo em 1977 o governo brasileiro reconheceu que era uma grande ferramenta que poderia ser utilizada em sala de aula. Inicialmente eles se empenharam em distribuir obras para o ensino fundamental seguindo algumas exigências determinadas para PNBE. Apenas em 1996 e 1998 com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) incluíram de fato elas como um recurso pedagógico. E em 2009 elas foram incluídas no PNBE do ensino médio, certificando que era valiosa a utilização dessa ferramenta no processo de promoção do ensino/aprendizagem

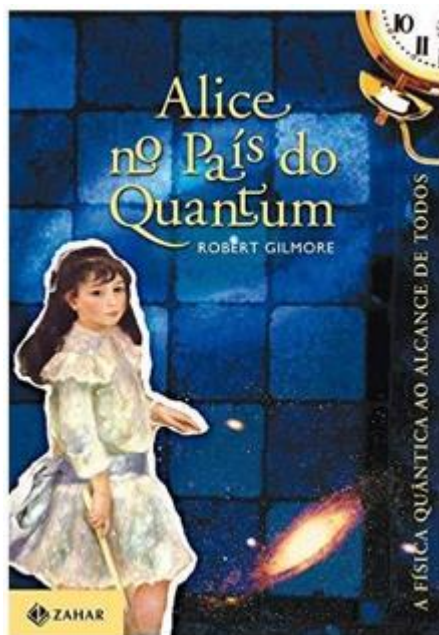
A partir daí percebeu-se que os autores de livros didáticos estavam adaptando os assuntos abordados e diversificando as linguagens de exto informativos, agregando a linguagem de quadrinhos nas suas obras. Essas adaptações ocorrem pela percepção dos autores no desenvolvimento cognitivo do aluno que melhorou o entendimento de assuntos mesmo complexos através de uma linguagem mais divertida. Carvalho (2006) publicou estudo reforçando esta constatação:

[...] alunos que leem gibis têm melhor desempenho escolar do que aqueles que usam apenas o livro didático – entre os estudantes da rede pública, a HQ aumenta significativamente o desempenho do aluno: entre os que acompanham quadrinhos, o percentual das notas nas provas aplicadas foi de 17,1%, contra 9,9% dos que não leem. Mais ainda, esta pesquisa mostra que professores que leem revistas em quadrinhos obtêm melhor rendimento dos alunos, pois conhecem o universo dos estudantes e se aproximam deles usando exemplos deste universo como paradigma para as aulas. (CARVALHO, 2006, p. 38).

Vergueiro (2010) relata que os quadrinhos podem ser utilizados em qualquer área do ensino ou em qualquer disciplina com desenvolvimento de

atividades, fonte de informação, fundamentar um conteúdo na turma e tornar mais acessível conteúdo com uma maior complexidade. Com isto nas aulas de física as HQs podem auxiliar no entendimento de diversas teorias. Uma grande obra que serve de exemplo de como as histórias em quadrinhos podem ajudar a compreensão de assuntos mais complexos é a obra Alice no país do quantum de Robert Gilmore (1998). Nesta obra ocorre uma mistura entre fantasia e ciência e o leitor passa a ter contato, conhecer e ter domínio dos fundamentos da física quântica, onde a personagem está em um parque de diversões menor que um átomo e irá passar por diversos desafios, jogos e atrações que trata de situações presentes nos estudos de física quântica.

Figura 3: Alice no País do Quantum



Fonte: <https://www.estantevirtual.com.br/livros/robert-gilmore/alice-no-pais-do-quantum/384918166>. Acesso em: 14/06/2023.

De acordo a nova base da BNCC os quadrinhos produzem informações que estão relacionadas a temas sociais, como: saúde, orientação sexual, cultura, se tornando um grande aliado aos planejamentos pedagógicos e um novo método a ser desenvolvido e utilizado pelos professores de todas as áreas de ensino.

Com sua característica de mesclar a linguagem verbal com a não verbal, sendo a segunda predominante, as HQs deixaram de ser uma ameaça ao ensino

para se tornar um recurso pedagógico de muita importância na prática de ensino. Esta combinação desperta o aluno a visualizar uma sequência de acontecimentos, como se ele fosse transportado para a história. Segundo Vergueiro (2007) os quadrinhos têm a capacidade de aguçar a curiosidade dos alunos e desafiar o senso crítico do aprendiz. O educador pode fazer o uso dessa metodologia de ensino elaborando um planejamento que contemple os componentes curriculares, qualquer que seja a área de conhecimento.

Uma figura de linguagem muito presente nos quadrinhos são as onomatopeias, que reproduzem sons e ruídos trazendo uma experiência mais próxima do leitor com o texto, permitindo maior expressividade e despertando cada vez mais a criatividade do leitor/estudante.

Figura 4: As onomatopeias como recurso visual nas HQs



Fonte: https://br.freepik.com/vetores-gratis/comic-onomatopeias-com-estilo-pop-art_1319510.htm. Acesso em: 14/06/2023.

Interessante que na utilização das onomatopeias o leitor necessita associar a sequência de fatos da história, a expressão contida nos personagens e o contexto para entender com clareza a imagem para compreender a história, favorecendo o seu crescimento intelectual, constatando a interdisciplinaridade envolvendo áreas da natureza e linguagens.

3.3 Interdisciplinaridade na prática do ensino/aprendizagem

O uso das histórias em quadrinhos como uma prática pedagógica se tornou cada vez mais forte pela característica interdisciplinar contida nas histórias. Por mais que o professor/facilitador traga uma temática a ser abordada,

como nesta dissertação que encontramos temas que envolvam a área de ciências da natureza com foco em física, o estudante usa a sua criatividade para elaborar situações diversas nas histórias, o que torna a história em quadrinho uma metodologia interdisciplinar.

A integração de duas ou mais áreas de conhecimento conhecemos como interdisciplinaridade. Metodologia que ajuda na compreensão de objetos de estudo integrando conceitos, teorias, práticas e fórmulas, possibilitando o aluno obter uma visão mais ampla a respeito das disciplinas abordadas, fazendo com que os conteúdos tenham mais sentido na prática do dia a dia. Estamos diante a interdisciplinaridade escolar que busca soluções ou respostas operacionais as necessidades da sociedade.

É muito importante ressaltar que para trazer a interdisciplinaridade para as histórias em quadrinhos o professor precisa fornecer para os alunos recursos que ele perceba situações de ensino e aprendizagem são significativas para eles. Acontecimentos contextualizados, situações hipotéticas ou fantasiosas e até mesmo do cotidiano traz essa percepção para o estudante. Sendo proposto situações para o estudante refletir e criar sua própria história em quadrinhos, o professor consegue potencializar as experiências de vida dos educandos.

O objetivo principal da interdisciplinaridade é a integração dos processos de aprendizagem. Ela promove a facilitação e promoção da integração dos alunos em processos integradores e conhecimentos integrados. É exigido que se estabeleça uma abordagem integrante, diferente do que se é proposto em currículo integrado onde todos os processos estão bem definidos. Ela requer uma adesão a uma postura epistemológica socio-construtivista, onde os estudantes se firmem como construtores do conhecimento.

A prática interdisciplinar disponibiliza uma aprendizagem sem eliminação de conteúdos ou disciplinas, mas uma integração de conteúdo. Desta maneira amplia-se uma ligação entre as áreas de conhecimento. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (1999) contata-se:

A interdisciplinaridade não dilui as disciplinas, ao contrário, mantém sua individualidade. Mas integra as disciplinas a partir da compreensão das múltiplas causas ou fatores que intervêm sobre a realidade e trabalha todas as linguagens necessárias para a constituição de conhecimentos, comunicação e

negociação de significados e registro sistemático dos resultados.
BRASIL (1999, p. 89).

A interdisciplinaridade pode ser compreendida como uma nova dinâmica na metodologia aplicada, servindo de complemento para o conhecimento, sem ter objetivo de criar disciplinas, mas desfrutar dos conhecimentos de várias áreas do ensino para resolução de uma problemática ou até mesmo entender fenômenos sob pontos de vista diferentes.

A ocorrência desta prática ocorre naturalmente se existir a sensibilidade ao contexto histórico ou social, porém colocar em prática depende do trabalho de um ou mais professores, interesse e preparo pela equipe docente. Mediante as áreas do ensino que existem o professor pode exercer a interdisciplinaridade de um professor só. Ele pode identificar as relações entre várias áreas do conhecimento e proporcionar uma nova prática docente para o estudante compreender cada vez melhor certas temáticas. Vale ressaltar que mesmo o professor havendo tomado todos estes cuidados a realização efetiva desse processo só se constata se o aluno for capaz de elaborar as suas próprias disciplinas de aprendizagem. O aluno será o agente ativo na construção dos novos conhecimentos, pois ele vai construir novos métodos de interpretação do conhecimento. Essa relação entre professor e aluno no desenvolvimento de temas interdisciplinares mostra que o sucesso dessa prática só existe se cada um fizer seu papel. Segundo Guimarães (2004):

Assim, práticas formativas referem-se a maneiras bem identificáveis de ensinar, mas também à qualidade das relações entre professor e aluno, ao exemplo profissional, à autoridade intelectual do professor formador, entre muitas outras ocorrências que os alunos podem avaliar como importante para o aprendizado do ser professor. (GUIMARÃES, 2004, p. 56)

É interessante destacar que a interdisciplinaridade é um novo método de pensar e agir diante das disciplinas. Não existe a junção de conteúdos, e sim um novo método para compreender o conteúdo proposto. Com isto o conhecimento pode se tornar mais complexo e melhorou a interação dos professores e alunos.

A interdisciplinaridade escolar veio complementar as disciplinas ou áreas de conhecimento, onde os alunos percebem que o mundo é composto por vários fatores ou fenômenos, e com criatividade podemos compreender e entender melhor estes fenômenos de forma lúdica, divertida qualquer conteúdo. Compreendendo melhor o contexto real ou irreal, eles podem criar suas próprias histórias em quadrinhos para além de dominar um pouco mais um conteúdo específico.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA FÍSICA

Este trabalho visa levar conceitos de Física aos alunos de acordo com os fenômenos e as situações contidas na elaboração das histórias. A abordagem dos assuntos foi dada a partir dos conteúdos do bimestre ou do bimestre anterior, de acordo com o guia de planejamento anual para aquela turma. Dessa forma foram abordados os temas de Movimento uniforme, Movimento variado, Gravitação, Termologia e Ondulatória.

Os fenômenos físicos estão presentes na apresentação das HQs. Para conceituar analisaremos separadamente os três tópicos que foram mais abordados pelos alunos nas histórias.

4.1 Mecânica

Sendo uma das grandes áreas da física clássica, a mecânica estuda o movimento e o repouso dos corpos, podendo estes corpos estarem sobre ação de forças ou não. Faz parte desta grande área o estudo da cinemática, onde se estuda o movimento realizado pelos corpos, sem analisar quais as causas deste movimento. Muitos super-heróis que serviram de inspiração para os estudantes elaborarem suas HQs possuem um movimento acelerado, ou seja, de aumento de velocidade. Para entender melhor este movimento variado, um movimento de mudança de velocidade, é importante conceituar primeiramente o movimento uniforme, um movimento de velocidade constante.

A velocidade é uma medida de rapidez do corpo que pode entender como a razão do deslocamento ou espaço percorrido por um certo tempo, sendo uma grandeza física inversamente proporcional ao tempo. Vamos considerar que neste trabalho o movimento se dá ao longo do eixo X, sendo Ox. A velocidade média pode ser calculada:

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Onde:

Δx é a variação do espaço percorrido no eixo Ox

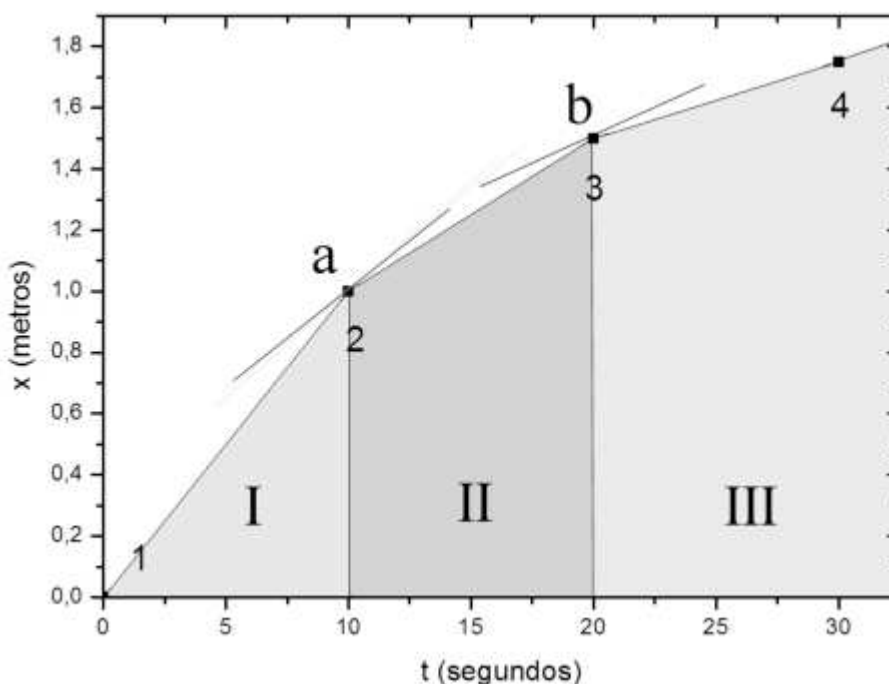
Δt é a variação do tempo

Quando há a situação de velocidade média em um intervalo de tempo muito pequeno, tendendo a zero, conseguimos calcular a velocidade instantânea de um móvel. Para isto utilizaremos mais um formalismo matemático que é o limite de uma função. Quando isto ocorre podemos calcular a derivada desta função.

$$v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

Graficamente podemos expressar a velocidade média do objeto observando a reta tangente contida no gráfico de espaço em função do tempo.

Figura 5: Posição da partícula em função do tempo.



Fonte:

https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11383104052012Fisica_Basica_Aula_3.pdf

Com base nas equações, pode-se calcular a função horária do movimento uniforme efetuando uma integração da velocidade instantânea:

$$v(t) = \frac{dx}{dt} \rightarrow dx = v(t) \cdot dt \rightarrow \int_{x_0}^x dx = v(t) \cdot \int_0^t dt$$

Chegando a expressão para a Função Horária do Espaço no Movimento Uniforme:

$$x(t) = x_0 + v \cdot t$$

Ressaltamos que para o tempo inicial t_0 igual a zero temos x_0 sendo a posição inicial do movimento.

Todas as considerações que fizemos até então foi para velocidades constantes, movimentos em que a velocidade do móvel não se modifica. Caso a velocidade do móvel não permaneça constante temos o surgimento de uma nova grandeza: a aceleração média. A aceleração média é a relação que existe entre a variação de velocidade e variação de tempo, medindo a mudança de velocidade em determinado tempo:

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

Onde:

Δv é a variação da velocidade da partícula

Δt é a variação de tempo

Quando analisamos essa variação de velocidade com a variação de tempo tendendo a zero podemos calcular a aceleração instantânea da partícula. Com isto mais uma vez observamos a derivada da função, agora sendo aplicada a velocidade, com a derivada da velocidade em relação ao tempo e conseqüentemente surge a derivada segunda do espaço, visto que a velocidade é a derivada do espaço no tempo.

$$a(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2x}{dt^2}$$

Nestes casos a aceleração se matem inalterada e através de processos de integração podemos chegar as funções da velocidade e do espaço no movimento variado.

Função da Velocidade no Movimento Variado

$$a(t) = \frac{dv}{dt} \rightarrow dv = a(t).dt \rightarrow \int_{v_0}^v dv = a \int_0^t dt \rightarrow v(t) = v_0 + a.t$$

Função Horária do Espaço no Movimento Variado

$$x(t) = x_0 + \int_0^t v dt \rightarrow x(t) = x_0 + \int_0^t (v_0 + a.t) dt \rightarrow x(t) = x_0 + v.t + \frac{a.t^2}{2}$$

Para finalizar as análises no movimento variado segundo Alonso (2014) podemos encontrar uma equação represente a velocidade e a aceleração sem que haja uma interferência temporal do fenômeno. Vamos considerar o que foi retratado anteriormente onde nas equações tanto velocidade quanto o espaço possuem uma dependência do tempo. Observaremos o seguinte:

$$a = \frac{dv}{dt} \rightarrow a dt = dv$$

Multiplicando os dois lados expressão por v, temos:

$$v.a dt = v.dv$$

Como a velocidade instantânea é dada pela expressão:

$$v(t) = \frac{dx}{dt}$$

Podemos desenvolver as duas equações juntas:

$$a \left(\frac{dx}{dt} \right) dt = v.dv$$

Integrando ambos os lados, temos:

$$a \int_{x_0}^x dx = \int_{v_0}^v v. dt$$

Portanto, ao finalizar as integrações temos:

$$v^2 = v_0^2 + 2. a. (x - x_0)$$

Como a aceleração se mantém constantes ela é posta pra fora do processo de integração.

Nessa base teórica podemos analisar as relações de espaços percorridos, velocidades e aceleração que foram utilizadas para compor a elaboração das HQs dos estudantes.

Ainda dentro de um dos maiores ramos da física que é a mecânica outro conteúdo que serviu de base para os alunos compor a sua HQ foi a Gravitação Universal. Uma parte muito interessante da física, pois se trabalha a análise de forças de interação da natureza entre dois corpos celeste.

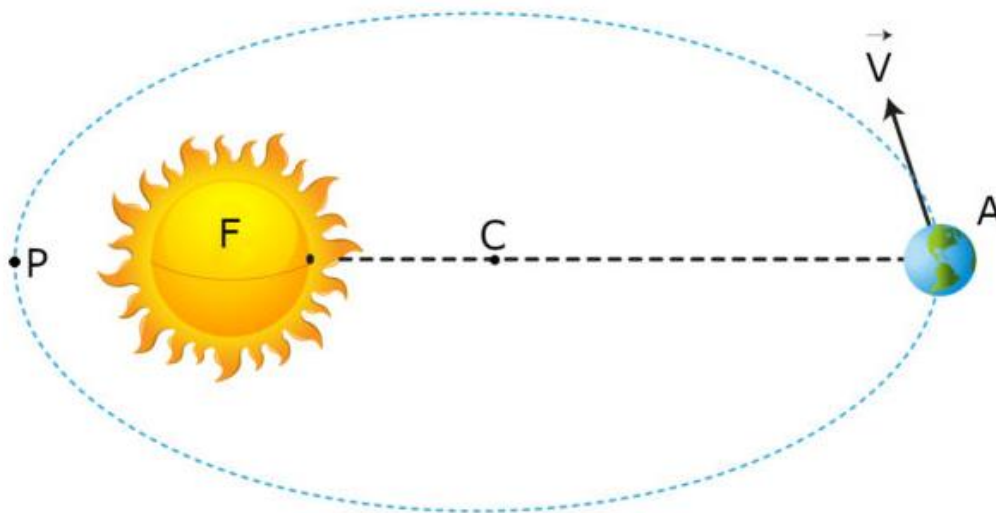
Desde os primórdios o céu era observado na tentativa de explicar a movimentos dos astros e analisar qual a relação desse movimento com a sociedade. Primeiramente acreditava-se que o centro do universo era a Terra e todos os corpos celestes giravam ao redor dela. Este modelo conhecido como modelo Geocêntrico defendido por Ptolomeu, um grande astrônomo e matemático grego foi aceito pela igreja católica que era base da estrutura organizacional do universo. Mais tarde cientistas como Galileu Galilei defendeu outro modelo de movimentação dos astros: modelo Heliocêntrico. Nessa nova configuração o sol era o centro do Universo.

A partir de então foram se desenvolvendo muitos estudos a respeito da movimentação dos astros celestes, bem como o comportamento deles. O astrônomo Johannes Kepler teve uma grande contribuição na análise destes comportamentos e posteriormente foram conhecidas como as Leis de Kepler. A seguir vamos analisar estas leis.

1ª Lei de Kepler

Também conhecida como Lei das Órbitas, afirmava que o movimento orbital dos planetas era de formato elíptico e não mais no formato circular, como se achava anteriormente, com o sol posto em um dos focos da elipse.

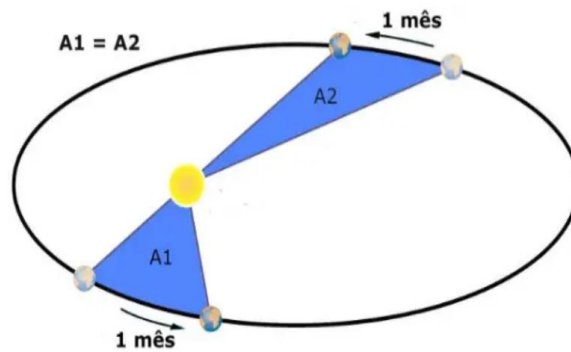
Figura 6: Orbitas elípticas



Fonte: <https://www.infoescola.com/fisica/primeira-lei-de-kepler/>. Acesso em: 14/06/2023

2ª Lei de Kepler

Segundo Taylor (2013) a lei das áreas pode ser analisada partindo do princípio de uma conservação de momento angular. Essa lei afirma que traçando um vetor partindo do Sol os planetas varrem área iguais em intervalos de tempos iguais.

Figura 7: Áreas iguais em tempos iguais

Fonte: <https://tl.madskillsvocabulary.com/leis-de-kepler>. Acesso em: 14/06/2023

Para Walker (2018) a velocidade areolar do planeta dada pela expressão abaixo é invariável.

$$\frac{dA}{dt} = \text{constante}$$

Considerando o momento angular sendo:

$$L = r \times p$$

Em que:

L é o momento angular

r é o raio do vetor do sistema

p é o momento linear do sistema

Podemos descrever a velocidade areolar com a expressão abaixo:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{L}{2M} = \text{constante}$$

3ª Lei de Kepler

Conhecida como lei dos períodos a terceira lei de Kepler afirma que o quadrado do período de órbita de qualquer planeta no sistema é proporcional do cubo do semi-eixo maior da órbita elíptica, conforme a equação abaixo:

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM_s} = \text{constante}$$

Onde:

a é o comprimento do semi-eixo maior da elipse

M_s é a massa do Sol

G é a constante de gravitação universal igual a $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{kg}^2/\text{m}^2$

Constatamos com esta equação que quanto maior for o comprimento do semi-eixo maior da elipse maior será o período de revolução ao redor do Sol.

Podemos observar que há uma interação gravitacional entre os planetas e o Sol, pois segundo Newton matéria atrai matéria relacionando diretamente o produto entre as massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância, chegando à expressão da força gravitacional:

$$F_g = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Essa equação retrata a 3ª Lei de Newton, Ação e Reação, pois assegura que a ação da força está na direção da linha que separação entre os corpos, constatando uma força atrativa.

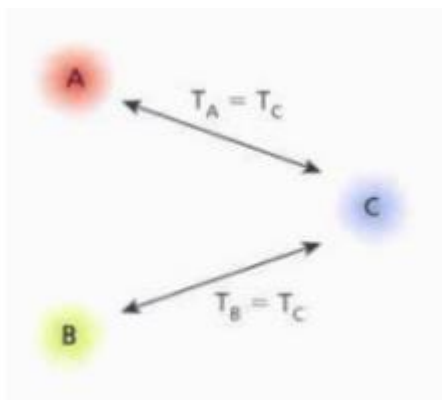
4.2 Termologia

Algumas equipes escolheram criar personagens que pudessem ter superpoderes fundamentado em conceitos de termometria e calorimetria. Inspirados no Tocha Humana, personagem dos quadrinhos que por possuir uma alta temperatura ele consegue fazer uma interação com o ambiente e com os outros personagens que estejam próximos a ele por meio das trocas de calores.

Existe um fator principal para ocorrer a troca de calor de um corpo com outro: a diferença nas temperaturas entre eles. A temperatura é o grau de agitação das partículas e está associado ao movimento das partículas nos corpos. Naturalmente quando existe essa diferença nas temperaturas o corpo de maior temperatura cede calor para o de menor temperatura até eles atingirem o equilíbrio. Com isto, a Lei Zero da termodinâmica afirma que se um corpo A está em equilíbrio térmico com um corpo C e outro corpo B está em equilíbrio com o

mesmo corpo C podemos inferir que A e B também estão em equilíbrio térmico um com o outro. Um dos maiores exemplos práticos desta situação é a medição da temperatura com um termômetro.

Figura 8: Lei Zero da Termodinâmica



Fonte: Villas Bôas (2012)

Todo corpo possui partículas e estas partículas estão em contates movimento. Quando há muita agitação dizemos que este corpo está com uma alta temperatura e quando há uma pequena movimentação dizemos que ele está com temperatura baixa. Relacionando o número de partículas que compõe o corpo com a temperatura surge uma grandeza chamada de energia térmica. Todo corpo possui esta energia térmica. Quando há uma variação na temperatura até que dois corpos atinjam o equilíbrio dizemos que houve uma troca de calor entre os corpos. Com estas definições podemos perceber que os personagens criados com poderes que envolve essa temática estão utilizando de troca de calores para equilibrar o sistema.

Essa troca de calor pode ocorrer através de três processos: condução, convecção e irradiação. O processo da condução ocorre uma troca de calor de partícula para partícula, a convecção consideramos uma troca de massas de ar e a irradiação ocorre através de ondas eletromagnéticas. Em personagens como o citado acima e os personagens criados pelos estudantes percebemos o processo da irradiação e condução, respectivamente.

Para esta troca de calor existe uma grandeza que influencia na troca: o calor específico. Calor específico é a quantidade de calor necessária para que uma grama deste corpo varie sua temperatura em um grau. Na troca de calor,

se temos uma grande distância entre a temperatura inicial e final dos corpos pode haver uma variação no calor específico com a variação da temperatura, onde teremos:

$$\Delta Q = m \int_{T_0}^T c(T) dT = m \cdot \bar{c} \cdot (T - T_0)$$

Em que:

Q é a quantidade de calor que poderá ser trocada

m é a massa do corpo

\bar{c} é o calor específico médio do corpo

T é a temperatura final

T_0 é a temperatura inicial

Considerando as trocas de calores apenas entre dois corpos, sem que haja perda de calor para o sistema (sistema conservativo), a quantidade de calor que um dos corpos ceder o outro irá receber, portanto podemos equacionar esta troca da seguinte maneira, considerando corpo A e B:

$$m_A \cdot c_A \cdot (T_A - T_f) = m_B \cdot c_B \cdot (T_f - T_0)$$

No caso da condução de calor de um corpo para outro, registrado em uma das histórias como um abraço do super-herói com outro personagem, vamos considerar duas placas para exemplificar como ocorre a condução entre elas. Existem três leis básicas para a condução.

1. O calor flui do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura
2. A quantidade de calor ΔQ é diretamente proporcional a variação da temperatura
3. A quantidade de calor ΔQ é inversamente proporcional a espessura Δx da chapa.

Com base nestas informações podemos equacionar esta condução de calor em um determinado tempo da seguinte maneira:

$$\frac{dQ}{dt} = -k \cdot A \cdot \frac{dT}{dx}$$

Onde:

k é a constante de condutividade térmica do material

A é a área de contato entre os materiais por onde o calor está sendo trocado

4.3 Ondas

Outro ramo da física que pode ser bem explorado com situações do dia a dia ou fenômenos que podem ser utilizados nas HQs é a ondulatória. Essa área é a área da física que estuda as perturbações ou vibrações que podem ocorrer em um meio. Alguns super-heróis utilizam de ondas para exercer um dos seus poderes. Vamos entender quais tipos de ondas existem e quais os efeitos na prática para compreender como o personagem pode utilizar a seu favor.

Primeiramente podemos diferenciar as ondas quanto a sua natureza. Ela pode ser do tipo mecânica ou eletromagnética. Nas ondas mecânicas as vibrações existem em meios materiais como por exemplo a onda em uma corda, onda do mar, onda sonora, ondas de choque, etc. As ondas eletromagnéticas não necessitam de um meio material para se propagar, sendo a onda que pode se propagar no vácuo, como as ondas de raios X, raios gama, a luz, etc.

Para qualquer tipo de onda, seja mecânica ou eletromagnética, pode se distinguir quanto a propagação, sendo: unidimensional, bidimensional ou tridimensional. As unidimensionais propagam-se em apenas uma direção e temos como exemplo a onda em uma corda. As bidimensionais se propagam em duas direções e podem ser as ondas sonoras que estão presentes em uma das HQs que os estudantes elaboraram compartilhada nesse trabalho. Por último as ondas tridimensionais que se propagam em três dimensões que é o caso da luz.

Vamos dar destaque as ondas sonoras, visto que ela está presente na HQ compartilhada neste trabalho. Ela está presente na vibração de uma corda ao tocar um instrumento musical. Por ser uma onda mecânica, necessitando de um meio material, a velocidade do som depende do meio onde ela está sendo propagada e não da velocidade da fonte. Esta velocidade do som é influenciada

por algumas características como a elasticidade do meio e a massa. Considerando que uma corda com densidade de massa μ , em kg/m, está sob a ação de uma tensão T , em Newtons, podemos calcular a velocidade através da equação de Taylor:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

De acordo com Nussenzveig (2002) o som pode se propagar em meios sólidos, líquidos e gasosos. Nos meios sólidos ela se propaga com características de ondas longitudinais ou transversais, que são características que a direção de vibração e propagação coincidem e direção de vibração é perpendicular a propagação, respectivamente. Nos fluidos essa propagação é de forma longitudinal.

O ser humano tem capacidade para ouvir ondas sonoras que variam sua frequência entre 20Hz e 20000Hz. Os infrassons, que são sons abaixo de 20Hz, e os ultrassons que são sons acima de 20000Hz, estão fora da faixa de som audível pelo ser humano.

5 METODOLOGIA

A aplicação do trabalho ocorreu em uma escola da rede particular de ensino, a Escola Sesi Senai – Euzébio Mota de Alencar, localizada na cidade de Fortaleza em 4 turmas de 9ºano do ensino fundamental anos finais. Na grade curricular da disciplina de ciências em alguns bimestres os conteúdos vistos têm um foco maior para física e foi onde exploramos estes assuntos para desenvolver as histórias em quadrinhos. A escolha das turmas de 9ºano se deu pelo fato que como eles já iniciam conteúdos voltados para física ainda no 8ºano eles chegam no 9ºano com alguns conteúdos já visto, desenvolvendo outros conteúdos nesta série e por ser uma série de transição do ensino fundamental para o ensino médio, pois com este trabalho eles tendem a ter um maior domínio dos assuntos já que são eles que vão produzir suas próprias histórias, com seus personagens e os conteúdos escolhidos por eles.

Como o cronograma escolar das turmas na escola é dividido por bimestre vimos que o 2ºbimestre seria o ideal para a elaboração das histórias, pois o 1ºbimestre o aluno começa a conhecer a didática de sala de aula do professor e o professor começa a inserir em suas aulas tirinhas ou trechos de histórias em quadrinhos que tenha relação com o assunto que está sendo exposto para no 2ºbimestre os estudantes já tenham ideias para elaborar sua própria HQ. O trabalho será dividido em três etapas: planejamento, elaboração e compartilhamento das HQs.

Na etapa do planejamento começaremos com uma enquete buscando do aluno qual o contato com quadrinhos eles tiveram ou tem, qual o conhecimento prévio existe a respeito de histórias em quadrinhos, seja de super-heróis, de aventura ou qualquer gênero e o interesse deles por esta temática e dividiremos a turma em grupos de 3 a 6 pessoas. Logo após o professor/facilitador do trabalho compartilha com a turma histórias em quadrinhos que vão servir de inspiração para eles elaborarem a própria HQ e desenvolve um debate sobre os conteúdos de física existentes na história, considerando sempre assuntos ou fenômenos já visto por eles, agora analisados de forma lúdica. Para finalizar a parte do planejamento o professor disponibiliza recursos para os alunos utilizarem e começar a desenvolver a própria história, podendo ela ser

manuscrita, o que torna mais interessante pois toda a arte será realmente desenvolvida por eles, ou computadorizada utilizando programas como canva e photoshop para criação das ilustrações e um organizador como o paint ou powerpoint para a construção da história. É importante que as histórias tenham no mínimo 6 quadrinhos mostrando a sequência de fatos na HQ, menos que isso não conseguimos explorar fenômenos físicos que sejam explicados e compreendidos na história. A parte do planejamento é a parte mais importante, pois serve de orientação para o estudante criar sua história. Em média esta etapa dura em torno de 5 semanas.

A segunda parte do trabalho é a elaboração da HQ. Após o professor compartilhar com eles quadrinhos, debater sobre os fenômenos físicos existentes e explorar o conhecimento prévio deles os alunos começam as produções. Eles têm liberdade para se inspirar em um personagem já existente, mas eles vão criar os personagens das suas histórias e em grupo definir qual categoria a história se define. Após decisão do personagem e o tipo de história que será elaborada o grupo começa a pensar e debater como os fenômenos físicos podem aparecer na história e com o auxílio do professor estes fenômenos são explicados na HQ. A partir do personagem e agora os fenômenos explicados os alunos partem para a produção das imagens e do roteiro que dos personagens, tendo o cuidado para não deixar um quadrinho sem conexão com outro, mas sempre manter a uma sequência de um quadrinho para outro. Esta etapa dura em torno de 2 semanas para ser concluída.

Por último temos a parte do compartilhar. No pátio da escola, na quadra esportiva ou na biblioteca cada grupo vai apresentar sua história. Eles apresentam o personagem que eles criaram, os conteúdos físicos que eles escolheram para a história e como foi a experiência de elaborar a própria história em quadrinho. Após a apresentação os grupos compartilham suas HQ uns com os outros. Neste momento eles passam a ler a história do outro grupo e começam a aprender a definir fenômenos físicos que muitas vezes eles achavam complexos de forma bem leve e divertida. Esta etapa está na última semana do projeto e atribuímos uma nota de trabalho ou de projeto para os alunos para compor a média do bimestre.

O tempo de duração total do trabalho é em torno de 8 semanas, o que compõe o bimestre, desde o seu planejamento até o compartilha. Abaixo segue

a sugestão de um cronograma a ser seguido para a elaboração do trabalho. Em cada semana o professor deve disponibilizar 20min do tempo de aula semanal para fornecer recursos ou ideias para o estudante e acompanhar todo o processo de elaboração, visto que o professor tem por semana em média 2 aulas, no caso 100 minutos.

Figura 9: Cronograma

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
Levantamento dos conhecimentos prévios das HQs	X							
Histórias para inspiração do aluno		X						
Debate com os alunos sobre as histórias			X					
Planejar a atividade de elaborar				X				
Utilizar ferramentas digitais ou manuscrito					X			
Elaborar a HQ						X	X	
Compartilhar a HQ em sala								X

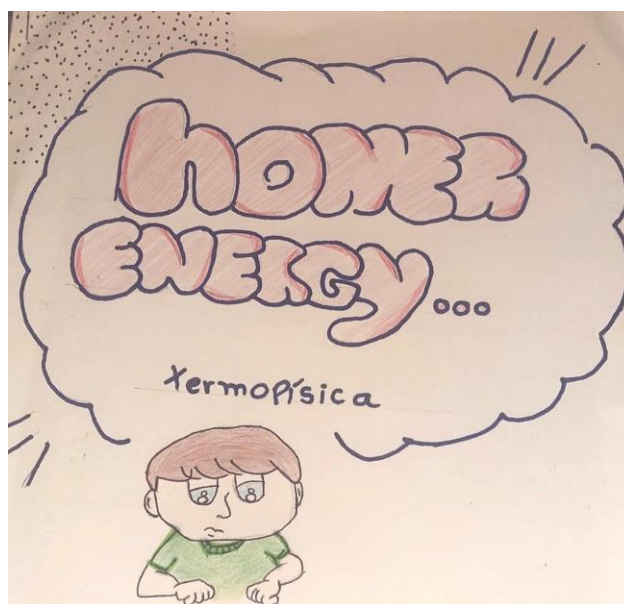
Fonte: Próprio autor.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES DA APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Neste capítulo vamos analisar como a proposta do trabalho foi entendida pelos alunos e como esta proposta contribuiu para a promoção do ensino e aprendizagem dos conteúdos de física. Essa análise se dará em dois pontos diferentes com base na interdisciplinaridade nos quadrinhos e na compreensão de um fenômeno físico que ocorre na história. Com estas análises será possível avaliar o entendimento dos alunos nos conteúdos trabalhados e o avaliar se a inserção da metodologia interdisciplinar facilitou a compreensão dos fenômenos naturais.

Dividiremos esse capítulo em duas partes: na primeira analisaremos a criatividade dos alunos na elaboração dos quadrinhos para eles terem conexão e a segunda será feita uma análise de qual fenômeno físico foi escolhido pela equipe e se está coerente com a teoria. Para isto vamos analisar alguns quadrinhos elaborados pelos estudantes.

Figura 10: Homer Energy

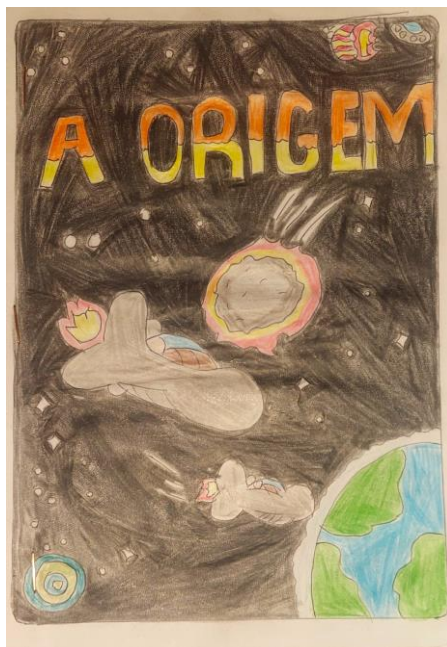


Fonte: Próprio autor (2022)

Esta equipe criou uma história de um evento que estava acontecendo na Antártida. Uma espécie de resfriamento estava acontecendo no local, de forma que diminuía cada vez a temperatura. Um dos personagens estava relatando o

desequilíbrio ambiental e não sabia o que poderia acontecer no local, pois a temperatura continuava diminuindo. De repente apareceu o super-herói para resolver o problema. O super-herói da história tinha o poder de fazer troca de calores com o ambiente e com as pessoas para equilibra a temperatura. Primeiramente percebendo que o problema era a questão da temperatura ele trocou de calor com o ambiente e o ambiente conseguiu aumentar um pouco mais sua temperatura. Logo após este feito ele também cedeu calor para o personagem da história durante um período e aumentou a sua temperatura, deixando mais confortável naquele frio.

Uma história que na sua simplicidade tem muita criatividade e interdisciplinaridade abordando aspectos relacionados ao conteúdo de termologia: equilíbrio térmico. No quadrinho o super-herói propõe uma troca de calor com o ambiente, que está muito frio, e ele equilibra cedendo calor para o ambiente. Em um segundo momento ele faz este mesmo procedimento, porém com uma quantidade de calor muito menor, com o personagem da história para aquecê-lo. Interessante que na história a equipe ainda relata um tempo de troca de calor, podendo ser analisado a grandeza potência térmica para as trocas de calor. É perceptível que a história trouxe uma facilidade de compreensão dos conteúdos de física, pois eles expuseram uma situação prática que poderia acontecer no cotidiano para comentar sobre o conteúdo. Podemos constatar que existiu uma interdisciplinaridade com a química no fato de estar aumentando e diminuindo a temperatura alterando a velocidade das partículas e na biologia quanto as sensações térmicas sentidas no corpo com a mudança da temperatura.

Figura 11: A origem

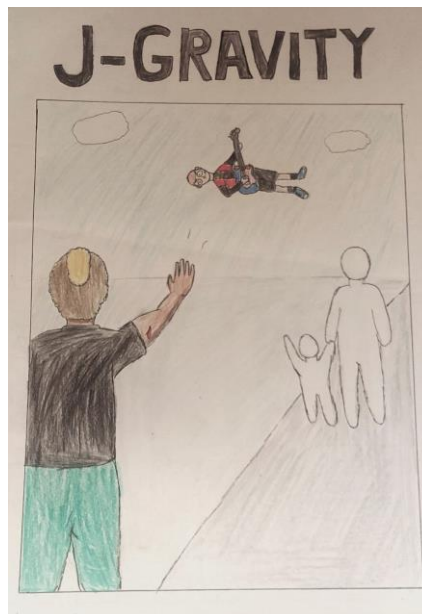
Fonte: Próprio autor (2022)

Uma segunda equipe escolhida trouxe uma história de aventura com dois personagens que se destacam. Se inspirando na história do Superman e nos poderes do super-herói Flash o quadrinho traz a história de personagens que saem do seu planeta de origem para outros planetas. Estes personagens são irmãos que acabam se separando quando saem do seu planeta de origem e nestes novos planetas algumas habilidades são descobertas, neste caso a alta velocidade. Em certo momento da história eles se encontram medindo suas velocidades e tornando um deles vilão da história. Observamos uma cronologia bem definida nos fatos que ocorrem na história de forma que o leitor consegue acompanhar e se interessar cada vez mais pela leitura do quadrinho. A história se torna mais envolvente pois trata-se de vários planetas, incluindo a Terra. E as cores tornam bem definida os quadrinhos, os locais que estão acontecendo os eventos e o sequenciamento.

Os alunos abordaram conceitos de referencial e repouso, trajetória e deslocamento durante o movimento dos personagens na mudança de planetas. Eles não deixaram explícito qual a velocidade máxima que os personagens podem atingir, porém como ocorre a mudança de repouso para movimento constatando um aumento de velocidade em alguns quadrinhos percebemos que eles tratam do movimento acelerado. A história explora o conteúdo de

cinemática, pois está tratando de características referente ao corpo está em movimento ou em repouso classificando o tipo de movimento que existe e trazendo o conhecimento da grandeza aceleração para a mudança de velocidade.

Figura 12: J-Gravity



Fonte: Próprio autor (2022)

Outra equipe elaborou uma história que tinham dois personagens principais com poderes distintos. A HQ conta que um dos personagens principais, o vilão, que possui poderes relacionados a ondas sonoras utilizando uma guitarra estava atacando a Terra e o outro personagem principal, o super-herói, com poderes relacionados a ação gravitacional estava sendo chamado para contê-lo. Quando o personagem com poderes gravitacionais é acionado ele chega ao local que está o personagem com poderes sonoros e com a ação da gravidade ela faz a guitarra quebrar ao cair no chão, deixando o vilão sem ação. A partir deste fato os estudantes elaboraram quadrinhos para explicar sobre os poderes de cada um e como eles interagiram os poderes entre eles. Com muita criatividade eles utilizaram um terceiro personagem para explicar sobre os personagens principais.

Com base no vilão os estudantes exploraram assuntos de ondulatória, mais específico as ondas mecânicas, pois se tratava de uma onda sonora.

Falaram das características deste tipo de onda e como ela interagia em meios materiais e com temperatura, facilitando a compreensão desse tipo de onda e diferenciando das ondas eletromagnéticas que possuem características diferentes. No super-herói eles exploraram a gravidade e a ação gravitacional nos corpos, conceituando gravidade e como ela age sobre os corpos. De maneira lúdica eles trouxeram o entendimento de assuntos mais específicos dos conteúdos de física para a compreensão da turma.

Figura 13: O guerreiro da ciência



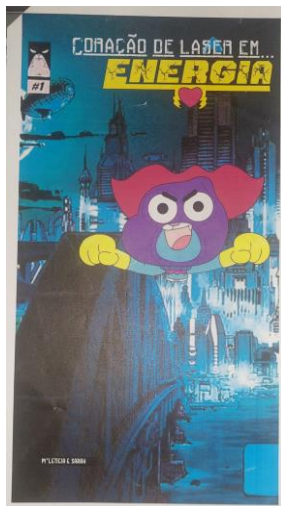
Fonte: Próprio autor (2022)

A equipe deste quadrinho elaborou uma história de um ser humano que foi geneticamente modificado em um Laboratório Brasileiro de Desenvolvimento de Super Humano através dos experimentos de um outro personagem da história que se chama Dr. Norman.

Com esta modificação o personagem principal da história adquiriu superpoderes gravitacionais onde ele controlaria a gravidade do lugar onde ele estava e de locais específico do espaço. Com isto ele conseguiria atrair os seus oponentes através da Força Gravitacional e controlar a levitação dos objetos a sua frente.

Esta equipe desenvolveu um trabalho interessante, pois atribuiu a um personagem algumas características mais comuns ocorrer no estudo de planetas, galáxia, campos gravitacionais e utilizou inspirados no Minecraft para representar as imagens contidas no quadrinho. Abordaram de forma criativa e muito divertida a atração gravitacional relatada em um dos quadrinhos.

Figura 14: Coração de Laser em Energia



Fonte: Próprio autor (2022)

Esta história relata o diálogo entre dois personagens: Coração de Laser, um personagem que tem o domínio sobre o assunto de energia, e Darwin, um personagem que está sempre em busca de conhecimento.

Na HQ o Coração de Laser relata sobre alguns tipos de energia que existem focando sempre as energias e as transformações de energia que ocorrem nas usinas. Primeiramente ele comenta sobre as energias renováveis e as não renováveis e a partir deste diálogo Darwin passa a conhecer os principais tipos de energia que existem e como elas podem ser transformadas para nos trazer benefícios. Interessante que o personagem principal que apesar de ser desenho a figura deste personagem é semelhante a figura de um professor/educador que não só orienta, mas incentiva a pesquisar e saber mais sobre como podemos solucionar problemas voltados para a área de energia na sociedade.

É perceptível o cuidado que a equipe toda na HQ para explicar os tipos de energia e como elas atuam no cotidiano. Além de está no padrão das HQs com desenhos e diálogos, esta história simula a vida de um professor que explica o conteúdo e planeja um experimento para que o personagem que tem sede de conhecimento possa compreender de forma divertida, assim como o leitor deste quadrinho.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o educador um dos maiores desafios na área de educação é entender quais são as principais características cognitivas de cada aluno para poder desenvolver um bom trabalho. Quando envolve os conteúdos de física isso se torna um pouco mais desafiador, pois além dos conceitos que explicam os fenômenos temos uma linguagem matemática para descrever o fenômeno. Utilizar o construtivismo de Piaget traz uma nova perspectiva de aprendizagem através da construção do processo. O aluno passa a ser protagonista do processo de ensino e aprendizagem e não um mero expectador. Dessa maneira conseguimos trabalhar das mais diversas formas de inteligência possível.

A metodologia deste trabalho traz para o professor meios, maneiras e uma nova forma de levar o conteúdo para o aluno de forma divertida e didática de maneira que seja efetivo o desenvolvimento do ensino e aprendizagem. Trazendo o lúdico ao ensino de física o estudante consegue compreender melhor os conteúdos da disciplina de física, promovendo um ensino de qualidade e agradável ao estudante.

Importante ressaltar que todas as equipes conseguiram fazer uma interação do personagem criado conceitos físicos de acordo com a realidade do personagem, constatando que ocorreu uma pesquisa nos conceitos físicos para ser utilizado no personagem e alguns fenômenos abordados não havia sido trabalhado em sala de aula, no caso do equilíbrio térmico de termologia. Observamos uma grande contribuição com base no construtivismo para a formar do conceito e a promoção do ensino e aprendizagem.

Inspirados nos personagens de HQs conhecidos ou de filmes, este trabalho mostrou que podemos utilizar a elaboração de quadrinhos como ferramenta de ensino e aprendizagem de física e podemos adaptar os conteúdos a uma realidade mais próxima do aluno, mostrando uma nova forma de compreender os fenômenos físicos, sem os formalismos de livros didáticos, mas de forma lúdica, divertida e prazerosa. No início do projeto geralmente os alunos ficam empolgados com o desafio, porém sem saber como vão unir os conteúdos de física a história. Com toda a dinâmica de orientação do professor o estudante

encontra situações no dia a dia que eles passam a explicar fisicamente o fenômeno e compõem a HQ com suas explicações.

A finalidade deste produto é produzir um guia de elaboração de história em quadrinhos para a promoção do ensino e aprendizagem dos conteúdos de física utilizando um método construtivista de ensino. Os alunos construindo seu próprio conhecimento tornam os conteúdos mais acessíveis, pois eles trazem para o seu dia a dia a disciplina de física. É importante ressaltar que o produto não torna o aluno um especialista na disciplina, porém a mudança de mentalidade nos conceitos e nos fenômenos tornou um sucesso a utilização da metodologia. Tivemos algumas resistências por parte dos alunos quanto a elaboração do trabalho, mas tivemos um alto índice de aceitação e participação.

Os fenômenos físicos não são apenas formalismos matemáticos que afastam muitos estudantes dos conteúdos, mas são experiências do dia a dia que ao observar conseguimos ver a beleza que há na teoria e trabalhamos para o aluno criar uma situação que utilize o fenômeno, constatando que ele compreendeu o problema, adquirindo novos conhecimentos de forma agradável e divertida.

REFERÊNCIAS

- ALONSO, Marcelo; FINN, Edward J. (org.). **Física**: um curso universitário. 2. ed. São Paulo: Bluncher, 2014. 507 p.
- ALVES, J.M. **Histórias em quadrinhos e educação infantil**. Pará: Scielo, 2012. 3 p.
- ARRA, V. M.; LORENZ, K. M. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil, período: 1950-1980. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 38, nº 12, p. 1970-83, dez. 1986.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: educação infantil e ensino fundamental. Brasília: MEC/SEED, 2017.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação, 1999
- BORGES, K. S.; FAGUNDES, L. da C. A teoria de Jean Piaget como princípio para o desenvolvimento das inovações. **Educação**, [S. l.], v. 39, n. 2, p. 242–248, 2016. DOI: 10.15448/1981-2582.2016.2.21804. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faced/article/view/21804>. Acesso em: 30 jul. 2023.
- CARVALHO, D. **A educação está no gibi**. São Paulo: Papyrus, 2006.
- CASTORINA, J.; FERNANDEZ, S.; LENZI, A.. **Psicologia genética**: aspectos metodológicos e implicações pedagógicas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1988.
- CHRISTESEN, Clayton M.; DYER, Jeff; GREGERSEN, Hal B. **DNA do inovador**: dominando as 5 habilidades dos inovadores e ruptura. São Paulo: Hsm, 2012.
- FERRACIOLI, Laércio. Aprendizagem, desenvolvimento e conhecimento na obra de Jean Piaget: uma análise do processo de ensino-aprendizagem em ciências. Brasília: **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, 1999.
- SILVA, Paulo Sérgio Modesto da; VIANA, Meire Nunes; CARNEIRO, Stania Nágila Vasconcelos. **O desenvolvimento da adolescência na teoria de Piaget**. Disponível em: <https://www.psicologia.pt/artigos/textos/TL0250.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2023.
- SANCHIS, Isabelle de Paiva; MAHFOUD, Miguel. **Construtivismo**: desdobramentos teóricos e no campo da educação. Disponível em: <https://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/120/86>. Acesso em: 30 jul. 2023.
- FERNANDES, Arlete Modesto Macedo; MARINHO, Gisanne de Oliveira; BATISTA, Miriam Delmondes; OLIVEIRA, Gislene Farias de. **O**

Construtivismo na Educação. Disponível em:

<https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/1049/1514>. Acesso em: 27 jul. 2023.

GILMORE, Robert. **Alice no país do quantum.** Rio de Janeiro: Zahar, 1998.

GUIMARÃES, Valter S. **Formação de professores:** saberes, identidade e profissão. São Paulo: Papirus, 2004.

MONTANGERO, Jacques; MAURICE-NAVILLE, Danielle. **Piaget ou a inteligência em evolução.** Porto Alegre: ArtMed, 1998.

NAKAMURA, Lucinete Ornagui de Oliveira; VOLTOLINI, Ana Graciela Mendes F. da Fonseca; BERTOLOTO, José Serafim. O uso de histórias em quadrinhos no ensino: teoria, prática e BNCC. **Revista Educação Pública**, v. 20, n. 29, 25 de maio de 2023. Disponível em:

<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/29/o-uso-de-historias-em-quadrinhos-no-ensino-teoria-pratica-e-bncc>. Acesso em: 27 jul. 2023.

NUSSENZVEIG, Herch Moyses. **Curso de física básica.** 4. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

OLIVEIRA, B.S. Histórias em quadrinhos como recurso metodológico para o ensino de língua portuguesa. Uberlândia: **Revista IDEA**, v. 7, n. 2, p.74-82 2010. Disponível em:

<https://www.revista.ueg.br/index.php/icone/article/view/5094>. Acesso em: 25 maio 2023.

PIAGET, J., INHELDER, B.. **A psicologia da criança.** Rio de Janeiro: Difel, 1978.

PIAGET, J. Aprendizagem e conhecimento. *In:* PIAGET, J., GRÉCO, P. **Aprendizagem e conhecimento.** Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1974.

PIAGET, J. *et al.* **Abstração reflexionante:** relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais. Porto Alegre: Artes Médicas. 1995.

PIAGET, J. Criatividade. *In:* VASCONCELOS, Mário Sérgio (org). **Criatividade:** psicologia, educação e conhecimento do novo. São Paulo: Moderna, 2001. p. 11-20.

POZO, Juan Ignacio. **Teorias cognitivas del aprendizaje.** 3 ed. Madrid: Morata, 1994.

RAMOS, P. **A leitura dos quadrinhos.** São Paulo: Contexto, 2009.

RAPPAPORT, Clara Regina; DAVIS, Claudia; FIORI, Wagner Rocha. **Psicologia do desenvolvimento.** São Paulo: EPU, 1981.

SMOLE, Kátia Cristina Stocco. **Múltiplas inteligências na prática escolar.** Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação a Distância, 1999.

TANINO, S. **Histórias em quadrinhos como recurso metodológico para os processos de ensinar**. Londrina: UEL, 2011. Disponível em: <https://www.uel.br/ceca/pedagogia/pages/arquivos/2011%20SONIA%20TANINO.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2018.

TAYLOR, John R. **Mecânica Clássica**. 2. ed. rev. Porto Alegre: Bookman, 2013.

VERGEIRO, Waldomiro (org.). **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. São Paulo: Contexto, 2004. p. 7-30.

VERGUEIRO, W.; RAMA, Â. **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2005.

VERGUEIRO, W. A linguagem dos quadrinhos: uma “alfabetização” necessária. In: RAMA, Â.; VERGUEIRO, W. (org.). **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2010.

APENDICE A

MODELO DE QUESTIONÁRIO

1. Você já leu ou ler Histórias em Quadrinho?

() Sim

() Não

2. Você acha interessante o projeto de elaboração das histórias em quadrinhos para o aprendizado de Física? Justifique.

() Sim

() Não

Justificativa

3. Você acha importante que o professor utilize de outras metodologias para o estudo de Física? Justifique.

() Sim

() Não

() Indiferente

Justificativa

4. Você acredita que essa metodologia vai lhe auxiliar no entendimento dos conteúdos de física? Comente.

() Sim

() Não

() Indiferente

Comentários

5. Dos personagens de HQ que você conhece qual lhe chama mais atenção? Qual o principal superpoder dele? Justifique.

APENDICE B

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**ELABORAÇÃO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO FERRAMENTA
FACILITADORA DO ENSINO E APREDIZAGEM DE FÍSICA**

RAPHAEL VIEIRA FREITAS

Produto Educacional apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva

**FORTALEZA
2023**

PROPOSTA DIDÁTICA:

**ELABORAÇÃO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO FERRAMENTA
FACILITADORA DO ENSINO E APREDIZAGEM DE FÍSICA**

**PRODUTO EDUCACIONAL
MATERIAL DE APOIO AO PROFESSOR**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	03
2 SUGESTÃO METODOLÓGICA	05
2.1 ORGANIZAÇÃO DE EQUIPES	05
2.2 INSPIRAÇÕES	06
3 PERSONAGENS INSPIRADORES PARA OS QUADRINHOS	06
3.1 FLASH	07
3.2 SUPERMAN	08
3.3 PANTERA NEGRA	09
3.4 TOCHA HUMANA	10
3.5 MULHER MARAVILHA	11
3.6 BATMAN	12
3.7 HOMEM DE FERRO	14
4 SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO	15

1 INTRODUÇÃO

O trabalho apresentado consiste no Produto Educacional elaborado para o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo 43 Universidade Federal do Ceará (UFC). A proposta é um guia de sugestões para a produção de histórias em quadrinhos para desenvolver conteúdos de física inspirados em personagens de HQ, porém criando seu próprio personagem, tornando o aluno cada vez mais protagonista do processo de ensino e aprendizagem.

Este trabalho foi feito em quatro turmas de 9º ano do ensino fundamental anos finais de uma escola da rede particular de ensino, mas ele não se restringe apenas a esta série ou a rede particular, ele pode ser aplicado em qualquer segmento, qualquer série e em rede particular ou pública de ensino, pois é uma metodologia que se adapta a qualquer realidade. Os alunos mostraram entusiasmo e surpresos com a proposta, pois se tratava de estudar física de uma forma bem diferente da tradicional onde o professor só repassa o conteúdo. Importante ressaltar que neste trabalho tivemos um foco maior de trabalho com os conteúdos de mecânica, termologia e ondulatória, porém ele pode ser aplicado em qualquer área da física, incluindo óptica, eletricidade e física moderna, sempre inspirado em um personagem já existente para criar seu próprio personagem. Este Produto Educacional foi elaborado para auxiliar professores de Física do Ensino Fundamental Anos Finais e Ensino Médio.

Este produto pode ser aplicado por qualquer professor de Física e a interdisciplinaridade dele é um dos principais aspectos observados nas HQs. Inspirados em personagens como Mulher Maravilha, Flash, Tocha Humana e muitos outros, os acontecimentos dentro da história não foca apenas aos conteúdos de física. Características do Tocha Humana traz os aspectos químicos e biológicos para as trocas de calor existente nos acontecimentos da história em quadrinhos. Essa maneira de unir os conteúdos de física a outras áreas do conhecimento como linguagens, humanas e matemática trouxe liberdade para o aluno explicar o fenômeno e compreender como que ocorre fisicamente o processo.

Outra equipe desenvolveu uma história que os personagens principais foram inspirados no Superman e no Flash, trabalhando conceitos de mecânica como cinemática que envolve as velocidades atingidas pelos personagens e gravitação, pois os personagens eram de um outro planeta e alguns aspectos físicos destes personagens foram aguçados quando eles mudaram de planeta. Percebemos nesta história os fenômenos físicos e aspectos biológicos.

Este guia é composto por uma sequência de atividades que podem ser implementadas pelo professor. O capítulo 1 é a parte introdutória do trabalho que

encontramos as possibilidades de atuação do professor e as experiências na aplicação.

No capítulo 2 iremos abordar um guia descritivo dos procedimentos realizados para aplicar a metodologia nas turmas, desde o conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto até a inspiração. Neste capítulo iremos abordar as sugestões de organização de equipes e como inspirar os alunos a criar seus próprios personagens.

O capítulo 3 o professor tem a missão de compartilhar com os alunos as características de alguns super-heróis que estão relacionados a os conteúdos de física que servirá de inspiração para os estudantes criarem seus próprios personagens.

No capítulo 4 está o encerramento da metodologia. Sugestões para avaliar o quadrinho dos alunos, levando em consideração a história, a criatividade e a explanação dos conceitos físicos.

2 SUGESTÕES METODOLÓGICAS

Neste capítulo vamos explicar como foi a metodologia utilizada para este trabalho. A proposta necessita que seja feito um trabalho em equipe, pois vamos em uma equipe temos estudantes que são mais desenvolvidos nos conteúdos, outros em desenhos e outros em criatividade na história, e quando juntamos estas características conseguimos produzir um trabalho de qualidade.

Os alunos passaram por um conhecimento prévio sobre a temática de quadrinhos preenchendo um formulário informando o gosto por quadrinhos, se tem contato com a leitura de quadrinhos ou apenas em filmes, quais personagens conhecem e quais personagens mais gostam. Após essa aquisição de dados o professor trabalha a inspiração com base na maioria das respostas dos alunos para poder conseguir inspirar os outros, mas deixando a liberdade para o aluno produzir a história deles.

A culminância do trabalho se dá no compartilhar das HQs pelos alunos. Após toda a produção as equipes apresentam a sua história e o personagem criado para toda a turma, relatando quais os fenômenos físicos que estão presentes na HQ e explicando estes fenômenos. Após essa exposição para a turma as equipes podem compartilhar umas com as outras a própria HQ para que eles conheçam as histórias e valorizem a criatividade dos seus colegas no trabalho desenvolvido. A partir deste compartilhar de histórias os alunos passam a compreender certos fenômenos que até então eles achavam complexos.

2.1 Organização de equipes

Na etapa da formação das equipes é importante que o professor deixe que cada aluno escolha a sua equipe considerando suas afinidades, porém ele fornece aspectos para que cada componente tenha uma atribuição na equipe. As equipes devem ter de quatro a seis estudantes que se dividirão em:

1. Criadores dos personagens, que terão o objetivo de criar o personagem
2. Criadores da história, com o objetivo de criar a história que o personagem principal irá experimentar
3. Criadores dos desenhos compostos nos quadrinhos.

Mesmo se dividindo desta maneira, todos os componentes das equipes têm o objetivo de realizar pesquisas sobre fatos científicos ou fenômenos físicos que possam compor a história e trazer atributos ao super-herói principal da história. Essa pesquisa pode trazer aspectos apenas físicos ou trazer a

interdisciplinaridade, deixando os personagens com aspectos químicos e biológicos sendo ressaltados na história.

De ponto de vista da disciplina os fenômenos devem ser referentes aos assuntos que são vistos em sala de aula, como aspectos tecnológicos embasados nas HQs já existentes. A nota que será atribuída será ligada a criatividade e exposição dos fenômenos físicos na história. O professor separa no seu planejamento uma semana para que eles possam compartilhar as histórias.

2.2 Inspirações

Na etapa da inspiração o professor deve fornecer recursos para que o aluno possa se inspirar a criar a própria história. Compartilhar com os estudantes história em quadrinhos já existentes, super-heróis que estão em evidência e trazer a fundamentação física teórica para ele desenvolver a própria história.

Essa é a etapa fundamental para o trabalho, pois o professor irá compartilhar como eles podem desenvolver o trabalho. A análise das HQs que estão disponíveis no cotidiano do aluno, a análise de quais os fenômenos físicos podem estar presente em super-heróis já existentes dão base para o estudante usar a criatividade para produzir sua própria história. Quando surge um novo projeto metodológico que traz uma atividade diferente para o aluno desenvolver existe uma certa resistência por parte de um grupo de alunos em cada sala e é na etapa da inspiração que o professor consegue quebrar esta resistência e empolgar o aluno a produzir.

É importante que o professor trabalhe em sala de aula os assuntos de física mostrando situações práticas do cotidiano para o aluno compreender como aquele fenômeno pode estar presente nas experiências de vida das pessoas e como ele pode ser adaptado aos quadrinhos que eles vão elaborar. Toda essa fundamentação teórica trará recursos para o estudante desenvolver o trabalho. Relatar situações do cotidiano envolvendo a ciência já traz um novo olhar do aluno para o conteúdo e permite que ele consiga perceber no seu dia a dia aquele conteúdo de forma prática.

3 PERSONAGENS INSPIRADORES PARA OS QUADRINHOS

Nesse capítulo vamos explorar as características de alguns personagens de quadrinhos analisando a relação com conteúdo de física, que servirá de inspiração para o estudante criar seus próprios personagens.

3.1 FLASH

Figura 1: The Flash



Fonte: <https://hqrock.com.br/2013/12/07/flash-conheca-a-historia-do-maior-velocista-da-dc-comics/>. Acesso em 14/06/2023

Uma das principais características do personagem é seu poder de atingir altíssimas velocidade. Mesmo partindo do repouso em um curto espaço de tempo ele consegue atingir altas velocidade constando o surgimento da aceleração. Além da aceleração podemos observar que o personagem rompe com facilidade a barreira do som. Com isto podemos tanto relacionar os seus poderes com o estudo da cinemática com movimento uniforme o e uniformemente variado e a ondulatória.

O personagem também tem uma característica de vibrar e ultrapassar obstáculos. Aqui podemos relacionar essa quantidade de vibrações em um tempo a grandeza conhecida por frequência e a partir de então dar início a conteúdos de movimento harmônico simples, como movimento circular e movimentos periódicos.

3.2 SUPERMAN

Figura 2: Superman



Fonte: <https://en.wikipedia.org/wiki/Superman>. Acesso em 14/06/2023

A força deste personagem é a sua principal característica. Originalmente vindo do planeta Krypton, o Superman possui poderes que são potencializados por conta do Sol da nossa Terra. Desta maneira podemos trabalhar assuntos de mecânica.

Algumas características deste personagem também desafiam as leis da física. Ele consegue voar, parar trens e aviões, salvar pessoas caindo de prédios sem nenhum sistema de propulsão. Isso violaria as 1ª e 3ª Lei de Newton, Inércia e Ação e reação, respectivamente. Uma forma diferente de ser trabalhado em sala de aula com os alunos.

Outras características do personagem é sua visão de calor e sua capacidade de potencializar seus superpoderes com os raios solares. Conseguiríamos abordar assuntos relacionados a termologia como propagação de calor, no caso da irradiação que ele recebe, e termodinâmica trabalhando a mudança de temperatura entre o sistema e o olho do personagem.

3.3 PANTERA NEGRA

Figura 3: Pantera Negra



Fonte: <https://gamehall.com.br/rumor-jogo-baseado-no-pantera-negra-da-marvel-esta-em-desenvolvimento/>. Acesso em: 14/06/2023.

A principal habilidade que o personagem possui é resultado das características do seu traje. Ele possui o poder de recarregar as energias enquanto ele se desloca. Com isto podemos conceituar as energias, principalmente a energia cinética que é a energia do movimento.

Ainda sobre o seu traje ele tem o poder de ser a prova de balas, podendo ser trabalhado conceitos de quantidade de movimento (momento linear) e impulso, e conseqüentemente colisões elásticas e inelásticas.

Ainda sobre o momento linear pode ser trabalho o coeficiente de restituição para analisar o tipo de colisão que existe no sistema.

Por último ainda podemos trabalhar conceitos de óptica referente a lentes esféricas através do seu capacete. Lentes convergentes e divergentes e suas aplicações no dia a dia para observar o sistema de aplicação no capacete do personagem.

3.4 TOCHA HUMANA

Figura 4: Tocha Humana



Fonte: <https://trecobox.com.br/o-tocha-humana-finalmente-tem-uma-cura/>. Acesso em: 14/06/2023.

A sua grande característica é seu altíssimo poder de atingir temperatura absurdamente altas. Temperaturas estas de uma Super Nova. Neste personagem podemos analisar conceitos relacionados a termologia. Definições de conceitos de temperatura, energia térmica, calor, propagação de calor e trocas de calor seriam assuntos abordados através do superpoder dele.

A noção de sensação térmica também seria interessante trabalhar associada a ideia de “quente” e “frio” com base no contato dele com outros objetos.

Como ele atinge altíssimas temperatura podemos fazer uma relação as trocas de calor com o sistema que ele está envolvido e com corpos que estão em contato com ele. Com isso conseguimos diferenciar os tipos de calor que são trocados e o que ele está provocando, se é a mudança na temperatura ou se é a mudança de estado físico do corpo.

3.5 MULHER MARAVILHA

Figura 5: Mulher Maravilha



Fonte: <https://dcverse.fandom.com/pt-br/wiki/Mulher-Maravilha>. Acesso em: 14/06/2023

Considerando um personagem mitológico a mulher maravilha possui habilidade também encontrada no seu traje. A utilização do seu chicote para golpear seus adversários nos proporciona a possibilidade de explorar a resistência do material para trabalhar as Leis de Newton, principalmente a aplicação da força de tração na corda.

Com o uso do chicote observamos também um som que nos fornece uma possibilidade de explorar fenômenos ondulatórios.

Por último o seu escudo tem capacidade de suportar grandes impactos absorvendo uma grande quantidade de energia, que faz uma relação direta com o conteúdo de colisões e conservação da energia e da quantidade de movimento.

3.6 BATMAN

Figura 6: Batman



Fonte: <https://palestrasdesucesso.com.br/superpoderes-que-voce-nao-sabia-que-o-batman-tinha-e-2-grandes-fraquezas/>. Acesso em: 14/06/2023.

O personagem dos quadrinhos que suas aventuras e suas experiências mais se aproximam da realidade é o Batman. Suas habilidades estão ligadas ao seu traje e aos equipamentos que ele utiliza para resolver problemas.

A capa que o personagem utiliza proporciona pra ele a possibilidade de planar no ar, podendo ser trabalhado as Leis de Newton nesta aplicação.

Grandes aplicações na Mecânica nós conseguimos com relacionar com este personagem. Ele utiliza um lançador de corda para escalar prédio, nos dando possibilidade de explorar Movimento variado na visão de lançamento vertical, seu traje possui uma liga especial que funciona como uma blindagem contra armas de fogo, possibilitando estudo de conservação do momento linear e colisões, bem como a conservação da energia nos saltos entre prédios.

3.7 HOMEM DE FERRO

Figura 7: Homem de Ferro



Fonte: <https://www.aficionados.com.br/homem-de-ferro-marvel/>. Acesso em: 14/06/2023

Como um grande conhecedor de tecnologia e engenharia este personagem possui todo seu superpoder alinhado a sua armadura. Podemos começar a explorar as Leis de Newton pelo sistema de propulsão da sua armadura que permite ele ter um deslocamento no ar. Todo sistema de propulsão está ligado a engenharia da armadura, podendo ser também explorado a ideia de circuitos elétricos.

Muitas vezes quando ele está em um local desconhecido o personagem precisa analisar o local, então ele utiliza uma espécie de sonar para detectar as distâncias dos obstáculos para formar as imagens e reconhecer o local, fato que alguns animais fazem isto naturalmente. Podemos explorar fenômenos ondulatórios, no caso reflexão da onda, e por se tratar de ondas sonoras ela necessita de um meio material, trazendo a possibilidade de trabalhar os tipos de ondas: mecânicas e eletromagnéticas.

Como constantemente ele aumenta e diminui sua velocidade podemos explorar o movimento uniformemente variado aplicado a forças que ele terá que exercer para adquirir essa aceleração.

Elaboramos uma tabela que mostre a relação entre estes personagens dos quadrinhos e os assuntos de física que estão relacionados com cada um. Marcaremos com um X esta relação.

Tabela 1: Relação Personagens e Conteúdos de Física relacionados

	Flash	Superman	Pantera Negra	Tocha Humana	Mulher Maravilha	Batman	Homem de Ferro
Mecânica	X	X	X		X	X	X
Termologia		X		X			
Ondulatória	X		X		X		X

Após todo este momento de planejamento e inspiração os estudantes devem iniciar a produção dos seus quadrinhos. Neste momento ele já possui ferramentas e conhecimento para criar as situações, envolver com o personagem e criar a HQ com conceitos físicos adequados a cada situação.

Observamos que a proposta metodologia se aplica a todas as áreas da Física. É importante que o professor mostre para o aluno as possibilidades de com personagens já existentes para inspirá-lo a criar seu próprio personagem, conseqüentemente seu quadrinho.

4 SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO

Com duração de um bimestre, observamos que o trabalho exige organização, planejamento e execução para sua conclusão. A avaliação pode se dar por três pontos:

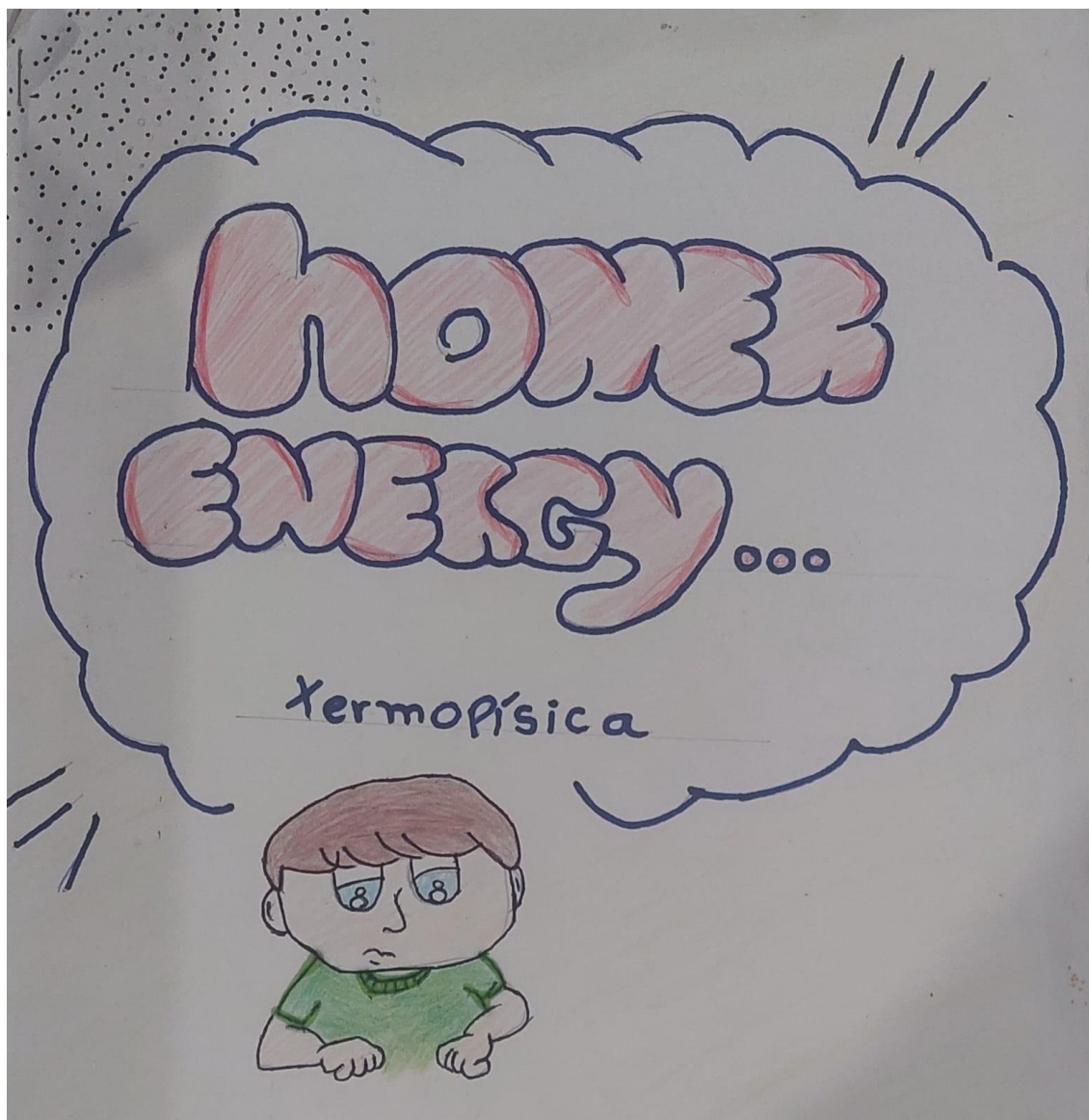
1. Criatividade na HQ
2. Conceitos físicos explorados
3. Compartilhamento dos quadrinhos

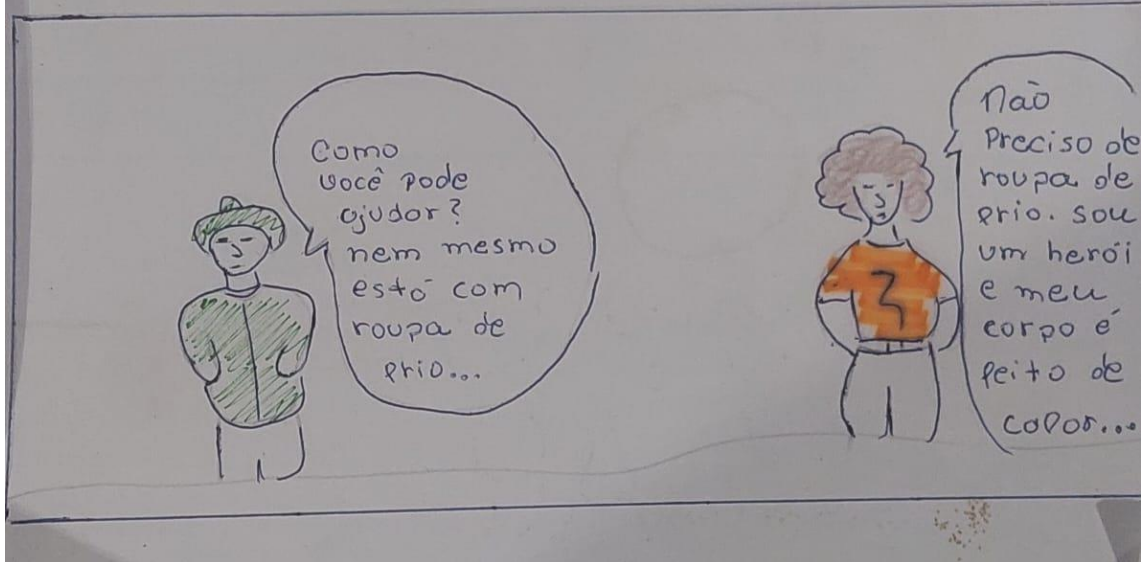
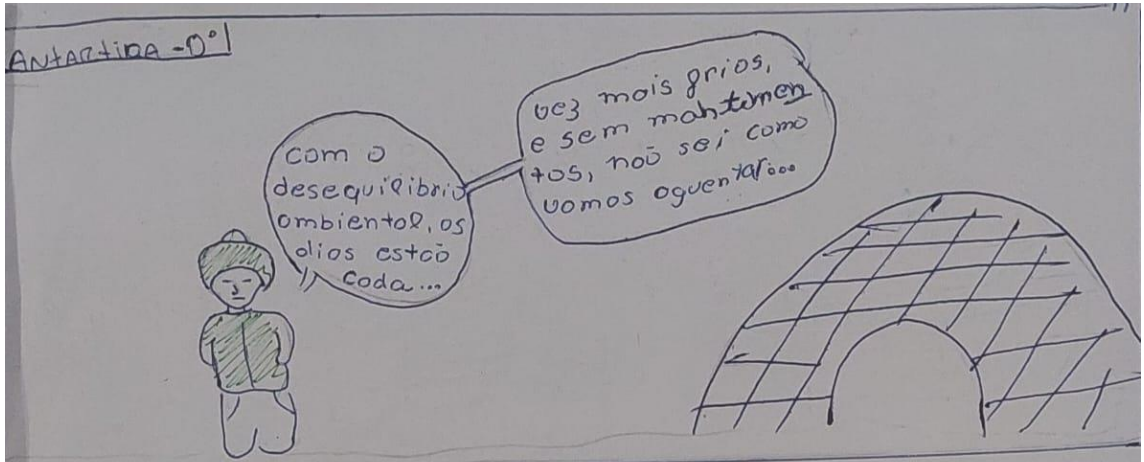
O professor poderia adotar como uma nota de trabalho ou até mesmo como uma porcentagem da nota de Avaliação Parcial. A sugestão é que seja 40% da nota da Avaliação Parcial do bimestre referido.

Pela sua característica interdisciplinar poderia ser alinhado com os professores de outras áreas de conhecimento utilizar a nota para a área que o aluno escolheu para interligar os conteúdos de física. A equipe de professores de Linguagens e Códigos e suas Tecnologias, Ciências Humanas e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias poderiam usar a nota do trabalho para compor 40% da Avaliação Parcial do estudante daquele bimestre referido.

ANEXOS

HQ 1 – QUADRINHOS ELABORADO PELA EQUIPE 1 DO 9º ANO

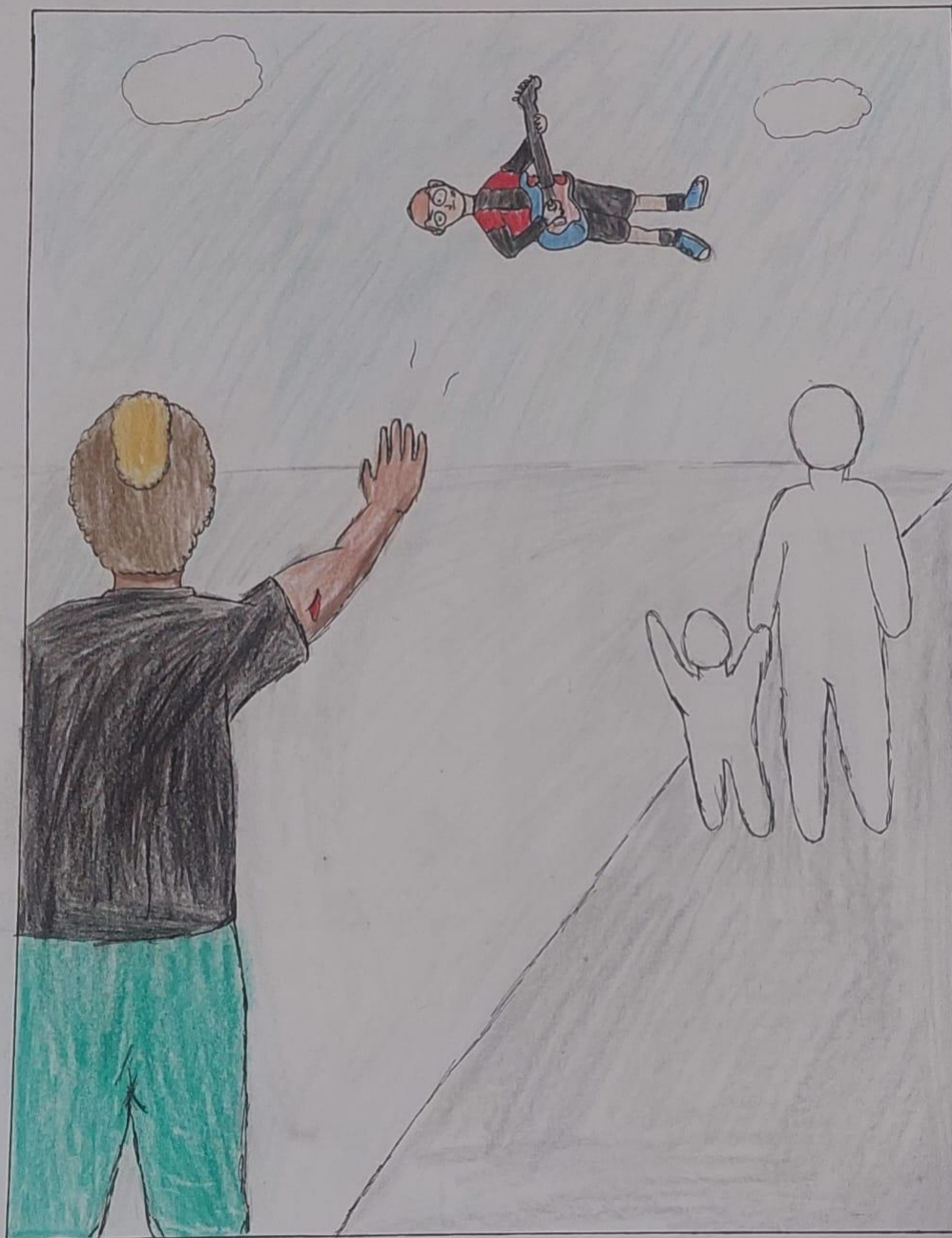




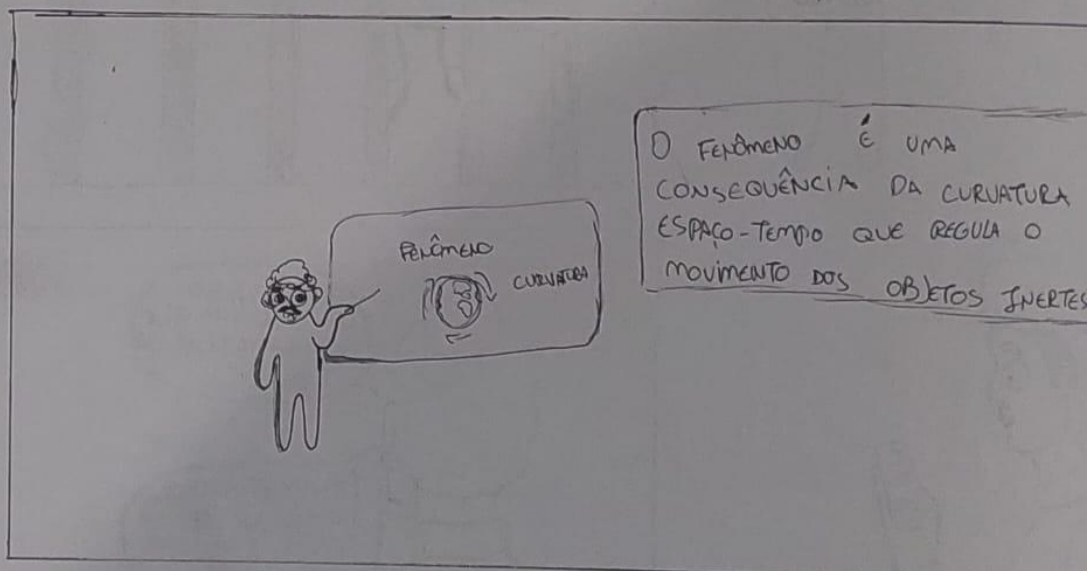
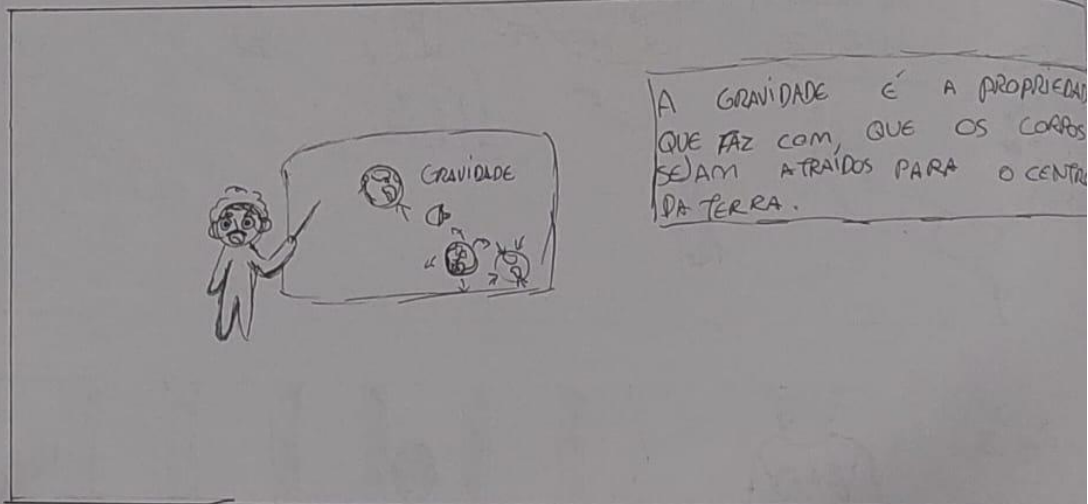
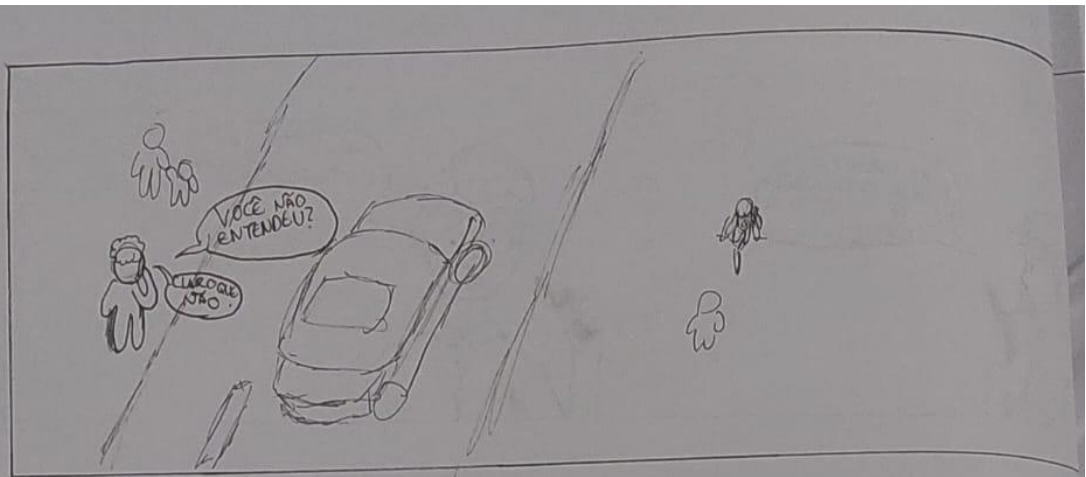


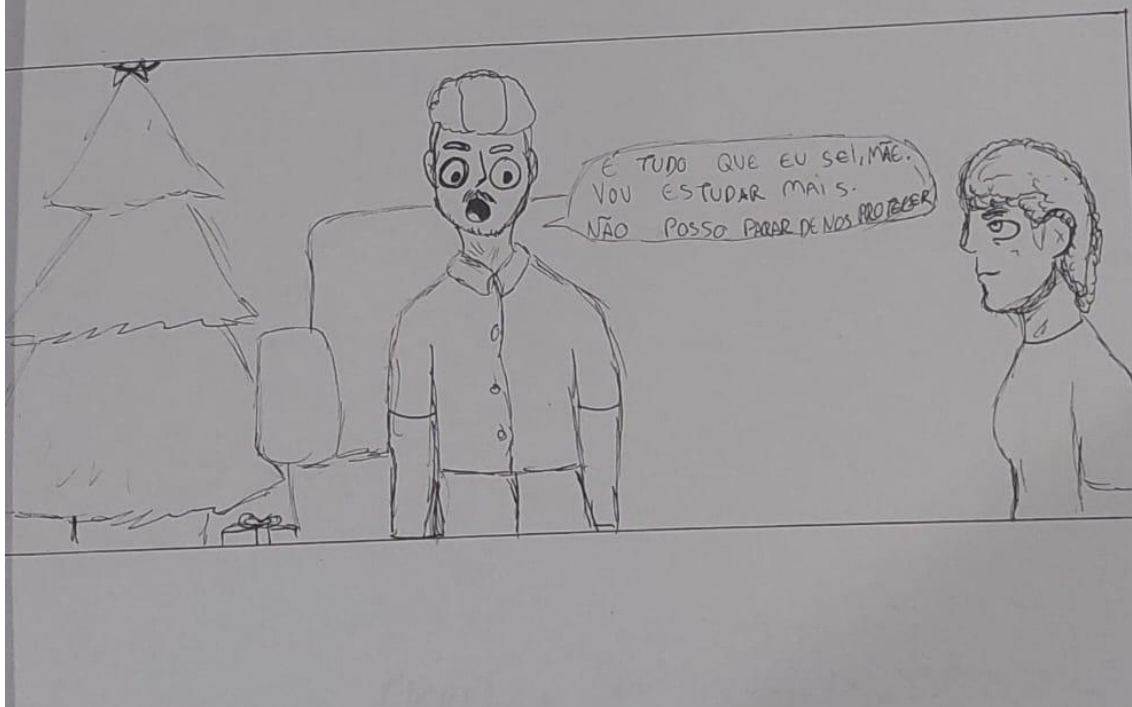
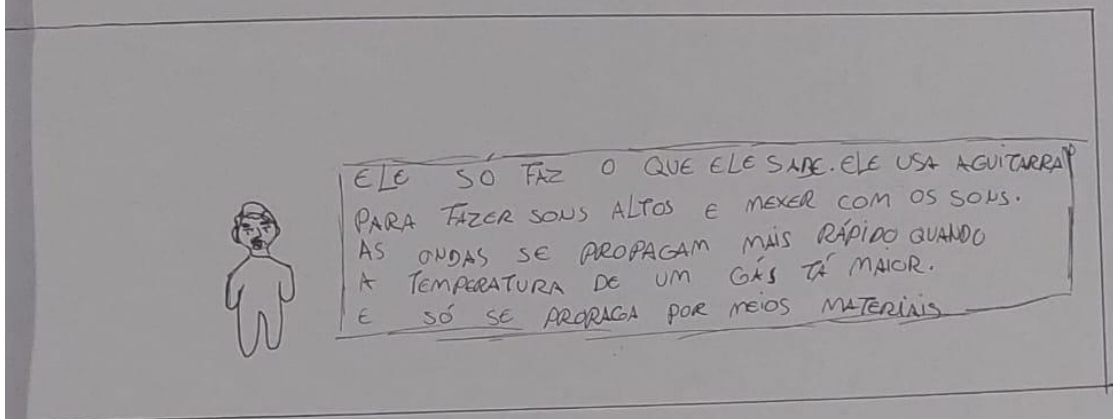
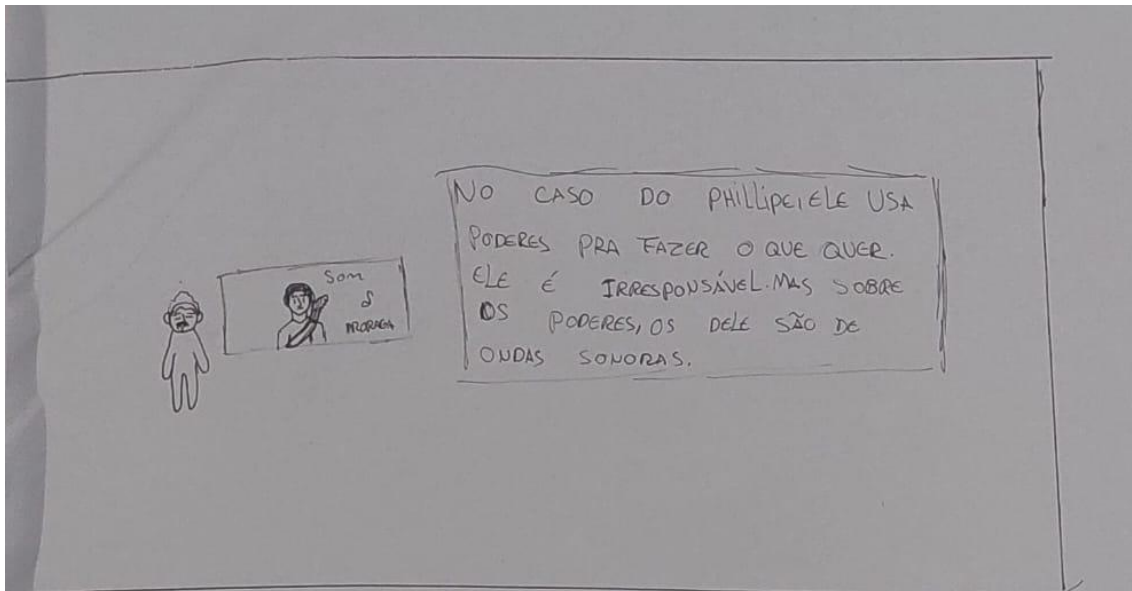
HQ 2 – QUADRINHOS ELABORADO PELA EQUIPE 2 DO 9º ANO

J-GRAVITY

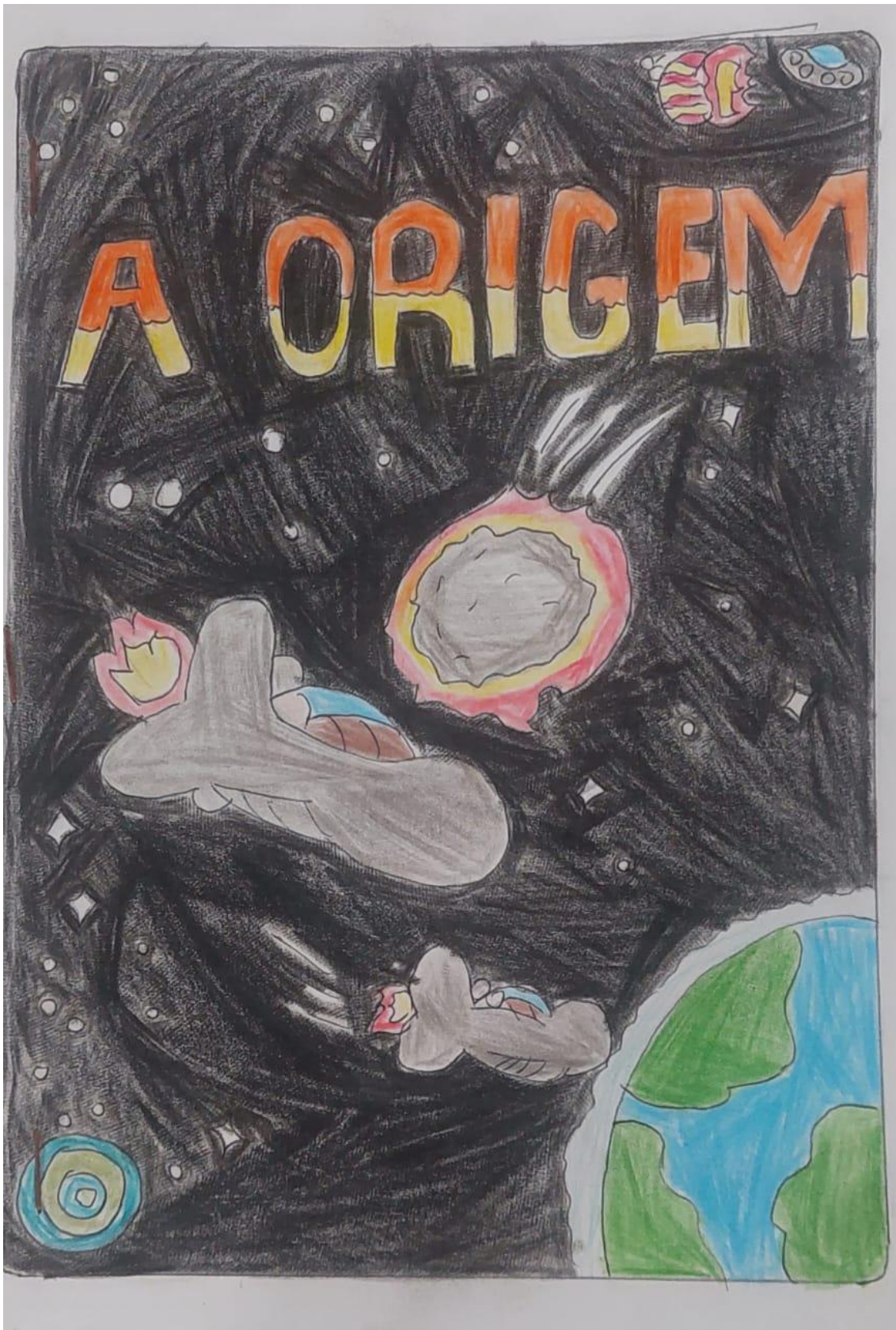




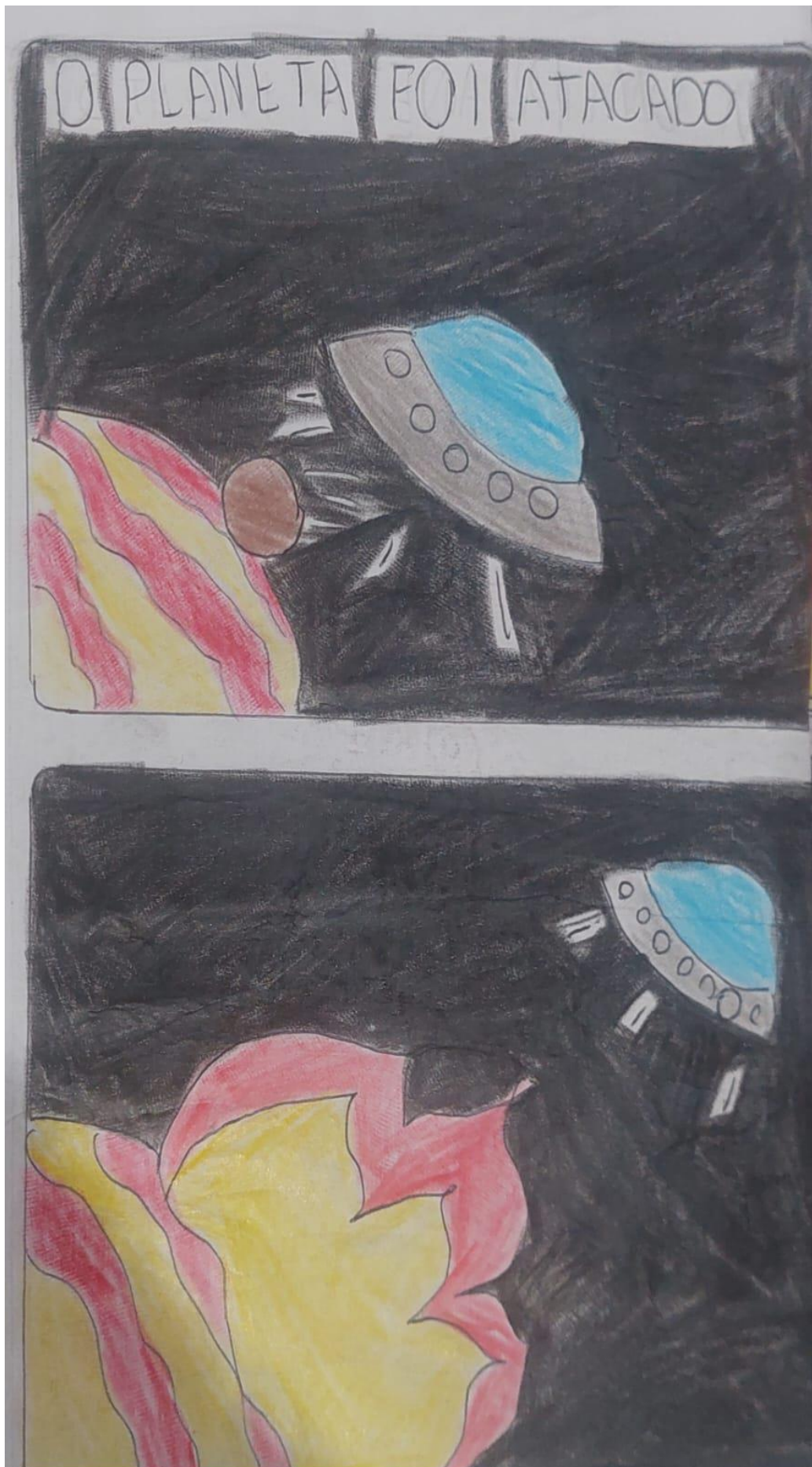




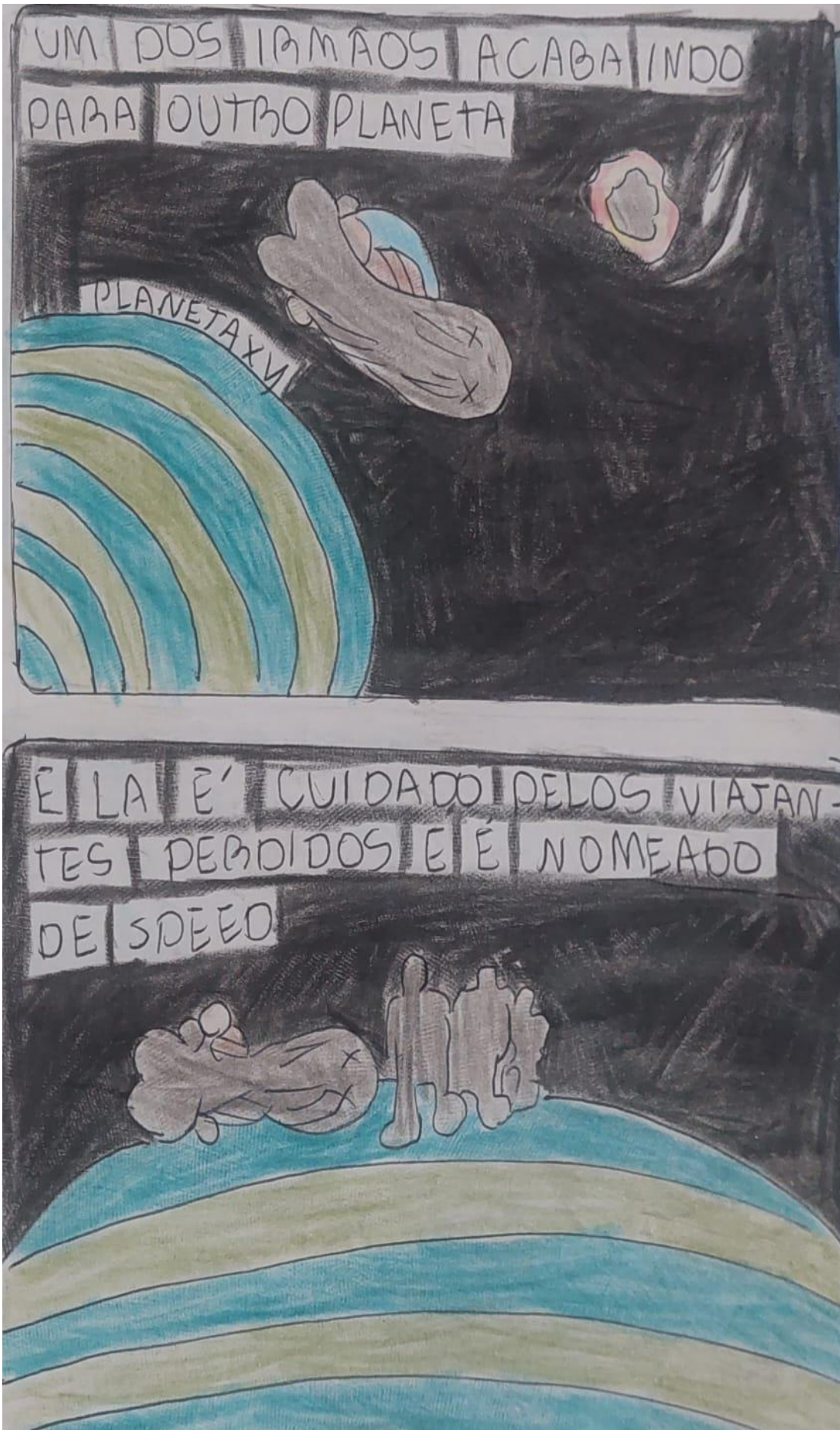
HQ 3 – QUADRINHOS ELABORADO PELA EQUIPE 3 DO 9º ANO



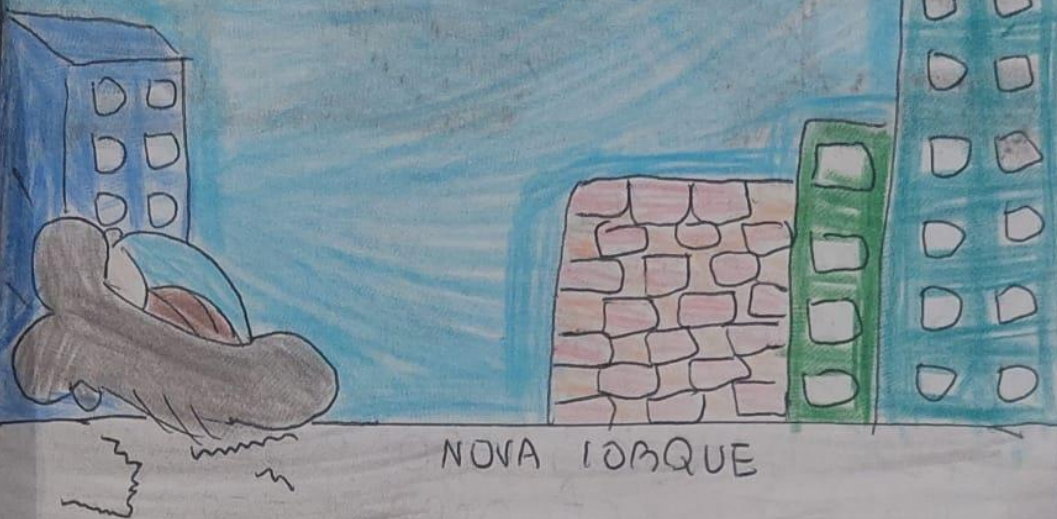








ENQUANTO O OUTRO IRMÃO
VAI PARA A TERRA



É LA' É ANALISADO PELO
EXERCÍTO SENDO NOMEADO
DE FLASH E DEPOIS USADO
COMO ARMA



OS DOIS IRMÃOS VÃO CRESCENDO
E NÃO SE LEMBRAM DE ONDE
VIERAM

SPEED, NOSSOS RECURSOS
ESTÃO ACABANDO E PRECISAMOS
PROCURAR NOSSO PLANETA NA
TAL, MAS ESSA VIAGEM É MUITO
PERIGOSA, POR ISSO RESOLVEMO
MANDAR VOÇÊ PARA A TERRA
ONDE É MAIS SEGURO, SEJA
ADULTO E ENTENDA
QUE É PARA SEU
BEM



ENTÃO O JOVEM SPEED E MANDADO
PARA A TERRA, NA MESMA NAVE
QUE O TROUXE, QUE FOI REFORMU-
LADA PELOS VIAJANTES





