

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

LETÍCIA PADULA LOPES

**ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA HISTÓRIA EM QUADRINHOS DE
FICÇÃO CIENTÍFICA SOBRE MATÉRIA ESCURA E A ESTRUTURA DA CIÊNCIA:
UMA PROPOSTA EXECUTADA NO PLANETÁRIO DA UNIPAMPA**

**Bagé
2019**

LETÍCIA PADULA LOPES

**ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA HISTÓRIA EM QUADRINHOS DE
FICÇÃO CIENTÍFICA SOBRE MATÉRIA ESCURA E A ESTRUTURA DA CIÊNCIA:
UMA PROPOSTA EXECUTADA NO PLANETÁRIO DA UNIPAMPA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciado em Física.

Orientador: Guilherme Frederico
Marranghello

Coorientador: Rafael Kobata Kimura

**Bagé
2019**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pela autora através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

Lopes, Letícia Padula

Elaboração e Avaliação de uma História em Quadrinhos de Ficção Científica sobre Matéria Escura e a Estrutura da Ciência: Uma Proposta Executada no Planetário da Unipampa / Letícia Padula Lopes.

88 p.

L864e Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, FÍSICA, 2019.

"Orientação: Guilherme Frederico Marranghello".

1. Ficção Científica. 2. Divulgação Científica. 3. História em Quadrinhos. 4. Planetário. 5. Física. I. Elaboração e Avaliação de uma História em Quadrinhos de Ficção Científica sobre Matéria Escura e a Estrutura da Ciência: Uma Proposta Executada no Planetário da Unipampa.


LETÍCIA PADULA LOPES

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA HISTÓRIA EM QUADRINHOS DE FICÇÃO CIENTÍFICA SOBRE MATÉRIA ESCURA E A ESTRUTURA DA CIÊNCIA: UMA PROPOSTA EXECUTADA NO PLANETÁRIO DA UNIPAMPA

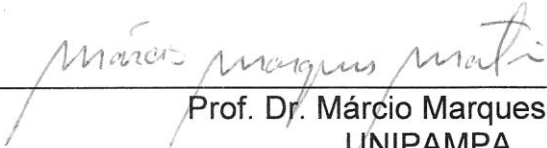
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Licenciado em Física.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 04 de dezembro de 2019

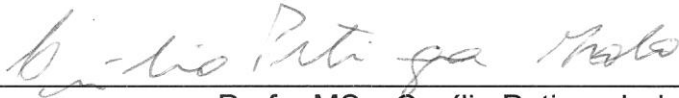
Banca examinadora:



Prof. Dr. Guilherme Frederico Marranghello
Orientador
UNIPAMPA



Prof. Dr. Márcio Marques Martins
UNIPAMPA



Profa. MSc. Cecília Petinga Irala
UNIPAMPA

“Alegações extraordinárias exigem evidências extraordinárias”.

Carl Sagan

RESUMO

Este é um Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Física da Unipampa e tem como objetivos elaborar e avaliar uma história em quadrinhos de ficção científica que tenha em sua narrativa a estrutura da ciência proposta por Lakatos que definiu os Programas de Pesquisa Científica e como a ciência evolui através das revoluções científicas. Na HQ foi tratado o tema matéria escura e foram confrontados dois programas de pesquisa distintos, um que considera a massa negativa e a energia escura descritas pelo modelo cosmológico Λ CDM e outro que considera fótons escuros com monopolos magnéticos que interagem eletromagneticamente através de um fluxo magnético escuro diferentemente dos fótons luminosos. Os alunos receberam a HQ no planetário e efetuaram a leitura da mesma antes de assistir a sessão de cúpula “O Fantasma do Universo” que trata da matéria escura e traz algumas alternativas de detecção utilizando aceleradores de partículas. Foram elaboradas perguntas de múltipla escolha baseadas no questionário VOTS, feito para avaliar concepções acerca dos conceitos que envolvem ciência e tecnologia. A partir do questionário foi feita uma análise quantitativa. Os alunos mostraram entendimento sobre o que é ciência e que ela está em constante mudança e evolução, porém não foi possível saber se eles foram motivados a pesquisar sobre temas de fronteira como a matéria escura.

Palavras-Chave: Ficção científica; Divulgação científica; História em quadrinhos; Narrativa visual; Física; Matéria escura; Planetário.

ABSTRACT

This is a Course Conclusion Paper presented to the Unipampa Physics Degree Course and aims to elaborate and evaluate a science fiction comic book that has in its narrative the structure of science proposed by Lakatos that defined the Scientific Research Programs, and how science evolves through scientific revolutions. In the comic book the dark matter theme was treated and two different research programs were confronted, one that considers the negative mass and dark energy described by the cosmological model Λ CDM and another that considers dark photons with magnetic monopolies that interact electromagnetically through a dark magnetic flux, unlike bright photons. Students received the comic at the planetarium and read it before attending the "Ghost of the Universe" summit session that deals with dark matter and provides some detection alternatives using particle accelerators. Multiple choice questions were elaborated based on the VOTS questionnaire, designed to evaluate conceptions about the concepts involving science and technology. From the questionnaire a quantitative analysis was made. The students showed understanding about what science is and that it is constantly changing and evolving, but it was not possible to know if they were motivated to research on frontier subjects such as dark matter.

Keywords: Sci-fi; Scientific divulgation; Comic; physics; Dark matter; Planetary.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Curva de Rotação de uma galáxia espiral.....	44
Figura 2 – Gráfico da questão 1 referente à definição de ciência escolhida pelos estudantes.....	50
Figura 3 – Gráfico da questão 2, referente a definição de tecnologia.....	52
Figura 4 – Gráfico da questão 3 sobre a influência da ética e religião.....	53
Figura 5 – Gráfico da questão 4 sobre o consenso entre cientistas.....	54
Figura 6 – Gráfico da questão 5 sobre os erros dos cientistas.....	55
Figura 7 – Gráfico da questão 6 sobre matéria escura.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Revisão de Literatura	16
Tabela 2 – Resultados do Questionário.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS

n. – número

p. – página

f. – folha

cap. – capítulo

v. – volume

LISTA DE SIGLAS

HQ – História em Quadrinhos

FC – Ficção Científica

FS – Ficção Surrealista

NaD – Natureza da ciência

UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa

DC – Divulgação Científica

MPPC – Metodologia dos Programas de Pesquisa Científicos

ENF – Educação Não Formal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	História em Quadrinhos.....	28
2.2	Divulgação Científica nos Planetários.....	32
2.3	A Ficção Científica....	33
2.3.1	A Ficção Científica no Ensino e na Divulgação	38
2.4	A Epistemologia da Ciência segundo Imre Lakatos	40
2.5	Matéria Escura e Conceitos Utilizados na História em Quadrinhos	42
3	METODOLOGIA	46
4	APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS	48
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
	REFERÊNCIAS.....	60
	APÊNDICE I – ROTEIRO DA HISTÓRIA EM QUADRINHOS.....	66
	APÊNDICE II - QUESTIONÁRIO.....	70
	APÊNDICE III - HISTÓRIA EM QUADRINHOS.....	73

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho de conclusão de curso consiste na criação de uma história em quadrinhos, em estilo mangá, que se enquadre no gênero literário ficção científica e retrate a estrutura da ciência segundo Imre Lakatos, utilizando a matéria escura como tema e a MPPC no desenrolar dos fatos. Essa história em quadrinhos será utilizada no Planetário da Unipampa para fins de divulgação científica.

O problema de pesquisa que foi elaborado a partir do tema escolhido e que delimitará os objetivos desse projeto foi a seguinte pergunta: A história em quadrinhos de ficção científica que contextualiza a matéria escura em sua narrativa auxilia em uma melhor compreensão sobre a ciência? E qual será a compreensão sobre matéria escura que os alunos obterão a partir da dinâmica de divulgação? Dessa forma, o objetivo geral será produzir e avaliar uma HQ de FC sobre teorias envolvendo a matéria escura retratando a estrutura da ciência no desenrolar dos fatos apresentados e utilizá-la para divulgação científica no Planetário.

A história em quadrinhos será destinada a alunos do ensino médio e, após entregar o material produzido a eles será necessário avaliar se a HQ foi capaz de auxiliar o público a compreender o tema matéria escura e se obtiveram uma compreensão da estrutura da ciência abordada. Será avaliado também se o material produzido motivou os alunos no interesse a temas científicos como a matéria escura e também se houve alguma distorção do entendimento do tema abordado devido à ficção utilizada no roteiro. Além disso, será avaliado se os alunos compreenderam a importância da construção de aparatos de detecção de partículas como o Colisor Linear Internacional (ILC) para o desenvolvimento da ciência.

Ao abordar a estrutura da ciência o aluno terá a oportunidade de compreender, de forma exemplificada, como se desenvolve um programa de pesquisa e como ocorre uma revolução científica através da ambientação em ficção científica. Espera-se que seja possível passar ao público o entendimento de que o fazer científico é importante na sociedade em que vivemos e que ainda existem muitos temas em aberto, como a matéria escura e a energia escura.

Assim como dizem Gusmão, Valente e Duarte (2017), a matéria escura é um tema que está relacionado com as “leis de conservação e as formas de interação entre partículas e corpos”, mostrar que essas leis são válidas em diferentes escalas

traz a ideia de universalidade das teorias da Física, permitindo que sejam explorados fenômenos desde a escala atômica e subatômica até a escala cosmológica.

Esse tipo de divulgação científica, assim como qualquer outra direcionada ao público faz parte da democratização do conhecimento, assim como dizem Carneiro e Longhini (2015). “Se o conjunto da população não compreende nada de ciência, ou se permanece muda de admiração diante das maravilhas que podem realizar os cientistas, ela será pouco capaz de participar dos debates relativos às decisões que lhes dizem respeito” (CARNEIRO, LONGHINI, 2015, p. 10 *apud* FOURREZ, 1995, p. 221-222). Os autores também dizem que, levando em consideração que as pesquisas no Brasil são custeadas pelos cofres públicos, é necessário uma divulgação que contribua para a validação social da ciência e ainda estimule o pensamento crítico, pois os avanços em ciência e tecnologia podem melhorar a vida humana, mas também podem ser prejudiciais ao meio ambiente.

Segundo Carneiro e Longhini (2015), a divulgação da astronomia pode auxiliar na busca por respostas de questões da imaginação humana, além de proporcionar a compreensão de fenômenos, descobertas e pesquisas atuais, sendo assim, é importante difundir temas relacionados ao universo até mesmo para “desmistificar possíveis equívocos sobre os diferentes acontecimentos celestes e terrestres” (*Idem, Ibidem*, p. 11).

Ao utilizar a ficção científica na divulgação dos saberes é possível “ensinar corretamente sem abrir mão do que mais justifica o aprendizado, o encantamento, o prazer pelo saber” (DELICATO, 2017, p. 68). E foi através desse encanto que, segundo Delicato (2017) muitos cientistas foram influenciados por obras de FC e seus gêneros próximos na escolha de suas carreiras, segundo ele, o próprio Carl Sagan (1934-1996) é um exemplo disso.

Nesse contexto será utilizada a estrutura da ciência, pois “uma aprendizagem da ciência acompanhada por uma aprendizagem sobre a ciência é item priorizado atualmente entre pesquisadores da área da educação científica” (DURBANO, 2012, p. 20), além disso, a natureza da ciência no ensino tem-se justificado pela necessidade de manipulação e de entendimento da tecnologia, a compreensão de que a ciência depende da cultura e do contexto histórico, o deleite ao conhecimento, dentre outros motivos.

Nascimento e Piassi (2011), a partir do trabalho de Bronowski, fazem uma comparação entre o cientista e o artista de obras de ficção científica, estes possuem

algo em comum, eles usam a imaginação para criar novas situações e se divertem nesse processo. Nesse sentido, a leitura de uma história em quadrinhos de ficção científica possibilita ao aluno construir diferentes visões sobre a astronomia de forma didática colocando o leitor em uma postura ativa no desenrolar da narrativa.

Segundo Nascimento e Piassi (2011), as HQs possuem uma natureza lúdica que proporciona uma leitura mais leve e fácil, comparada a um texto científico, pois no enredo são utilizados texto e imagem em sincronia expondo os fatos de forma única. Os autores também dizem, através das ideias de MacCloud (2005) que, a presença das personagens provoca um processo de identificação nos leitores, o que é, o segredo do sucesso de obras midiáticas como as histórias em quadrinhos.

Ao tratar de um tema de fronteira da ciência como a matéria escura na história em quadrinhos, espera-se que seja possível trazer aos alunos de Ensino Médio a ideia de que a ciência é uma construção que passou por mudanças de paradigma e ainda está sujeita a isso, no sentido em que, quando for detectada a matéria escura, poderá ocorrer uma revolução científica, um processo histórico que acontece quando um programa de pesquisa supera outro, segundo a epistemologia de Lakatos descrita por Silveira (1996).

Dessa forma, é possível trazer a reflexão ao aluno de que a ciência não é algo pronto que ele aprende em sala de aula e aceita como verdade, mas sim uma construção histórica sujeita a descobertas e estudos futuros. Essa abordagem também pode incentivar a curiosidade dos estudantes na procura por mídias de divulgação científica ou até mesmo possibilitar o interesse em se tornar um futuro cientista.

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

Para o desenvolvimento deste projeto foi feita uma pesquisa sobre alguns assuntos como a ficção científica utilizada na divulgação científica e no ensino, histórias em quadrinhos que tem a intenção de transmitir algum conhecimento e também sobre a utilização da epistemologia e estrutura da ciência no ensino e na divulgação de saberes acadêmicos. Esta pesquisa foi feita no Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), na Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), no Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia (BTDEA), nos anais do Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA) na Revista Latino Americana de Educação em Astronomia (RELEA) e nos anais do Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF). Os trabalhos aparecem na tabela 1.

Tabela 1- Revisão de Literatura

(continua)

Título	Autores	Referência
Carl Sagan: a exploração e colonização de planetas ficção científica, ciência e divulgação	Carlos Alberto Loiola de Souza.	BTDEA UFSCAR http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/carl-sagan-a-exploracao-e-colonizacao-de-planetes-ficcao-cientifica-ciencia-e-divulgacao
Contatos: a ficção científica no ensino de ciências em um contexto sociocultural	Luis Paulo de Carvalho Piassi.	BTDEA UFSCAR http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/contatos-a-ficcao-cientifica-no-ensino-de-ciencias-em-um-contexto-sociocultural
Desenvolvimento e avaliação de uma história em quadrinhos para o ensino de Astronomia	Jonierson de Araújo da Cruz.	BTDEA UFSCAR http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/desenvolvimento-e-avaliacao-de-uma-historia-em-quadrinhos-para-o-ensino-de-astronomia
Tópicos de Astrofísica e Cosmologia: Uma aplicação de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio	Ricardo Rechi Aguiar.	BTDEA UFSCAR http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/topicos-de-astrofisica-e-cosmologia-uma-aplicacao-de-fisica-moderna-e-contemporanea-no-ensino-medio

Tabela 1- Revisão de Literatura

(continuação)

Cosmologia na teoria e na prática: possibilidades e limitações no ensino	Kellen Nunes Skolimoski.	BTDEA UFSCAR http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/cosmologia-na-teoria-e-na-pratica-possibilidades-e-limitacoes-no-ensino
Ambientação em ficção científica para divulgação em Astronomia	João Paulo Delicato.	BTDEA UFSCAR http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/ambientacao-em-ficcao-cientifica-para-divulgacao-em-astronomia
A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos	Luiz Enrique Martins Arthury.	BTDEA UFSCAR http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/a-cosmologia-moderna-a-luz-dos-elementos-da-epistemologia-de-lakatos
O planetário: Espaço educativo não formal qualificando professores da segunda fase do ensino fundamental para o ensino formal	Claudio Souza Martins.	BTDEA UFSCAR http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/o-planetario-espaco-educativo-nao-formal-qualificando-professores-da-segunda-fase-do-ensino-fundamental-para-o-ensino-formal
O ensino de ciências em planetários: perspectivas interdisciplinares sobre as sessões de cúpula	Gesoaldo Maia de Oliveira.	BTDEA UFSCAR http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/o-ensino-de-ciencias-em-planetarios-perspectivas-interdisciplinares-sobre-as-sessoes-de-cupula
Construção de uma sessão de cúpula para o ensino de física em um planetário	Juliana Romanzini.	BTDEA UFSCAR http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/construcao-de-uma-sessao-de-cupula-para-o-ensino-de-fisica-em-um-planetario
Uso do planetário da UFG para o ensino das estações do ano: uma investigação sobre aprendizagem na geografia	Fernando Roberto Jayme Alves.	BTDEA UFSCAR http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/o-uso-do-planetario-da-ufg-para-o-ensino-das-estacoes-do-ano-uma-investigacao-sobre-aprendizagem-na-geografia

Tabela 1- Revisão de Literatura

(continuação)

Educação não-formal e divulgação da astronomia no Brasil: atores e dinâmica da área na perspectiva da complexidade	Joana Brás Varanda Marques.	BTDEA UFSCAR http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/educacao-nao-formal-e-divulgacao-de-astronomia-no-brasil-atores-e-dinamica-da-area-na-perspectiva-da-complexidade
Da conquista do espaço aos buracos de minhoca: A astronomia nas histórias em quadrinhos de ficção científica	Francisco de Assis Nascimento Junior (Programa de Pós-Graduação Interunidades do Instituto de Física da USP), Luís Paulo C. Piassi (Escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP).	I-SNEA https://sab-astro.org.br/eventos/snea/i-snea/atas/comunicacoes-orais/co8/
Utilização de sistema de questionário online como ferramenta para interação com o público e avaliação de sessões do planetário de Vitória: Resultados e Perspectivas	Fabiano Cipreste de Vargas (Planetário de Vitória / CNPq (bolsista)), Leila Anunciata Estachote Santos Talyuli (Planetário de Vitória / Prefeitura Municipal de Vitória), Luan Góes Rocha de Lima (Planetário de Vitória / Prefeitura Municipal de Vitória (bolsista)), Sérgio Mascarello Bisch (Planetário de Vitória / Universidade Federal do Espírito Santo) , Erika Milena de Souza (Planetário de Vitória / Prefeitura Municipal de Vitória), Luiz Claudio Pereira da Silva (Planetário de Vitória / CNPq (bolsista))	II-SNEA https://sab-astro.org.br/eventos/snea/ii-snea/atas/comunicacoes-orais/CO28/

Tabela 1- Revisão de Literatura

(continuação)

Conceitos de astronomia na série Lucky Starr de Isaac Asimov	Rosana Marques de Souza (Universidade de São Paulo/Escola de Artes, Ciências e Humanidades), Luís Paulo Piassi (Universidade de São Paulo/Escola de Artes, Ciências e Humanidades).	II-SNEA https://sab-astro.org.br/eventos/snea/ii-snea/atas/comunicacoes-orais/CO11/
Os múltiplos sóis: A arte ciência da astronomia e da ficção científica na difusão da ciência	Rafael Kobata Kimura, Luís Paulo Piassi.	Revista Latino Americana de Educação em Astronomia, n. 25. http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/309
O Planetário como ambiente não formal para o ensino sobre o sistema solar	Gabrielle de Oliveira Almeida, Mateus Henrique Rufini Zanitti, Cintia Luana de Carvalho, Edson Wander Dias, Alessandro Damasio Trani Gomes, Fernando Otávio Coelho.	Revista Latino Americana de Educação em Astronomia, n. 23. http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/279
Divulgação científica: As representações sociais de pesquisadores brasileiros que atuam no campo da astronomia	Dalira Lúcia Cunha Maradei Carneiro, Marcos Daniel Longhini.	Revista Latino Americana de Educação em Astronomia, n. 20. http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/204
Formação e Vocação: Palestras de divulgação científica para educação básica na Amazônia	Luís Carlos Bassalo Crispino, Jocasta Caldas.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 35, n. 2, pág. 678-688. https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n2p678
O maior erro de Einstein? Debatendo o papel dos erros na ciência através de um jogo didático sobre cosmologia	Alexandre Bagdonas, João Zanetic, Ivã Gurgel.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 35, n.1, pág. 97-117. https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n1p97

Tabela 1- Revisão de Literatura

(continuação)

Física em ação através de tirinhas e histórias em quadrinhos	Moisés Lobo D'Almada Alves Pereira, Laudileni Olenka, Paloma Emanuelle Duarte Fernandes Oliveira.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 33, n. 3, pág. 896-926. https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p896
Usando física em quadrinhos para discutir a diferença entre inversão e reversão na imagem em um espelho plano	Eduardo Oliveira Ribeiro de Souza, Deise Miranda Vianna.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 31, n. 3, pág. 601-613. https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2014v31n3p601
A metodologia dos programas de pesquisa: A epistemologia de Imre Lakatos	Fernando Lang da Silveira.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol. 13, n. 3, 1996, pág. 219-230. https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7047/6523
A física nos filmes de ficção científica: Uma proposta de motivação para o estudo da física	Luciene de Fátima Silva, Rodolfo Aquiles Fortunato Ferreira - orientadores Cláudio Pires de Mendonça e José Maurício de Andrade.	XVI SNEF http://www.sbf1.sbfisica.org.br/ventos/snef/xvi/cd/resumos/T0196-1.pdf
A motivação dos alunos num contexto de leitura de texto de divulgação científica	Isabel Cristina de Castro Monteiro, Alberto Gaspar, Marco Aurélio Alvarenga Monteiro.	XVI SNEF http://www.sbf1.sbfisica.org.br/ventos/snef/xvi/cd/resumos/T0594-1.pdf
A super-física dos super-heróis: Projetos, física e superpoderes	Luciano Denardin de Oliveira.	XVI SNEF http://www.sbf1.sbfisica.org.br/ventos/snef/xvi/cd/resumos/T0281-1.pdf
Difusão e polarização da ciência: Uma experiência em física que deu certo	Helio Bonadiman, Rolando Axt, Roseli Adriana Blümke, Giseli Vincensid.	XVI SNEF http://www.sbf1.sbfisica.org.br/ventos/snef/xvi/cd/resumos/T0131-1.pdf
Em busca dos referenciais teóricos da divulgação científica escolar	Marco Alvetti.	XVI SNEF http://www.sbf1.sbfisica.org.br/ventos/snef/xvi/cd/resumos/T0278-2.pdf
Ficção científica no ensino de física: utilizando um romance para desenvolver conceitos	Luís Paulo de Carvalho, Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira.	XVI SNEF http://www.sbf1.sbfisica.org.br/ventos/snef/xvi/cd/resumos/T0325-1.pdf

Tabela 1- Revisão de Literatura

(continuação)

Instituto de ensino e divulgação de astronomia e ciências afins - IEDA	Sérgio Thibau Jungueira, Rodrigo Miurini, Leandro de Abreu.	XVI SNEF http://www.sbf1.sbfisica.org.br/ventos/snef/xvi/cd/resumos/T0627-1.pdf
Leitura dentro e fora da sala de aula: Livro de divulgação científica	Tatiana Lança, Maria José P. M. de Almeida.	XVI SNEF http://www.sbf1.sbfisica.org.br/ventos/snef/xvi/cd/resumos/T0280-1.pdf
Modelos cosmológicos: Uma apresentação introdutória	Clara Tereza dos Santos Lima, Wilma Machado Soares Santos.	XVI SNEF http://www.sbf1.sbfisica.org.br/ventos/snef/xvi/cd/resumos/T0370-3.pdf
Popularização da ciência: Um grande desafio	Marcelo Gomes Germano, Rodrigo R. D. de Andrade.	XVI SNEF http://www.sbf1.sbfisica.org.br/ventos/snef/xvi/cd/resumos/T0221-2.pdf
Uma discussão epistemológica sobre a imaginação científica: A construção do conhecimento através da visão de Albert Einstein	Ivã Gurgel, Maurício Pietrocola.	Revista Brasileira de Ensino de Física http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172011000100024&script=sci_abstract&tlng=pt
Divulgação de astronomia e física por meio de abordagens informais	Edio da Costa Junio, Bruno da Silva Fernandes, Guilherme da Silva Lima, Andreza de Jesus Siqueira, Jéssica, Natália Miranda Paiva, Marina Gomes e Santos, João Pedro Tavares, Taynara Vitória de Souza, Thaciara Marcela Ferreira Gomes.	Revista Brasileira de Ensino de Física http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172018000400603&lng=en&rm=iso
A ficção científica como elemento de problematização na educação em ciências	Luís Paulo de Carvalho Piassi.	Revista Brasileira de Ensino de Física http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132015000300016&lng=en&rm=iso

Tabela 1- Revisão de Literatura

(conclusão)		
A matéria escura no universo: Uma sequência didática para o Ensino Médio	Thiago de C. Gusmão, Julia de A. Valente, S. B. Duarte.	Revista Brasileira de Ensino de Física http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2017-0088
Investigação de concepções de alunos de ciências biológicas do IB/USP acerca da natureza da ciência	João Paulo Di Mocano Durbano.	Biblioteca Digital da USP, Teses e Dissertações. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Universidade de São Paulo, USP, 2012. http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41131/tde-01052013-152707/pt-br.php . Acesso em: 08 maio 2019.
A unifying theory of dark energy and dark matter: Negative masses and matter creation within a modified Λ CDM framework	J. S. Farnes.	Astronomy & Astrophysics https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2018/12/aa32898-18/aa32898-18.html https://arxiv.org/abs/1712.07962

Fonte: Autora (2019).

Foram encontradas 10 dissertações de mestrado e 2 teses de doutorado no BTDA, quanto aos artigos, foram destacados, 3 no SNEA, 3 na RELEA, 4 no CBEF, 11 no SNEF, 3 na RBEF e mais 2 trabalhos em outras fontes. Destes trabalhos, 3 falam sobre HQs, 9 sobre FC, 8 sobre cosmologia, 17 sobre divulgação científica e 2 sobre epistemologia da ciência.

Referente ao tema ficção científica, a dissertação de mestrado de Souza (2006) fala sobre a utilização de obras de FC como textos de referência para a história da ciência e divulgação científica. Há também a tese de doutorado de Piassi (2007), o autor desenvolveu instrumentos teóricos de análise para lidar com a FC a partir do ponto de vista docente e científico. Delicato (2017) em sua dissertação de mestrado discutiu a ambientação em FC no âmbito da divulgação e aplicou um questionário investigando a influencia deste gênero literário na aprendizagem de alunos.

Dos trabalhos de eventos temos o de Souza e Piassi (2012) apresentado no II-SNEA, este teve a pretensão de mostrar que é possível apresentar conceitos e ensinar astronomia através da ficção científica utilizando a série Lucky Starr de Isaac Asimov. No I-SNEA foi apresentado o trabalho de Nascimento e Piassi (2011), eles fizeram uma análise do potencial didático de histórias em quadrinhos de ficção científica já publicadas, citando obras da Marvel e outros títulos.

No XVI SNEF, Silva *et al* (2005) apresentaram uma proposta de criar um espaço no currículo escolar para apresentar e analisar fenômenos físicos presentes em filmes de FC, essa estratégia motivou os alunos no estudo da física. No mesmo evento, Carvalho e Oliveira (2005) mostraram um trabalho em que eles utilizaram uma obra de FC que retrata o resgate de um veículo lunar e apresenta elementos conceituais de física para aplicar uma atividade na 8ª série do Ensino Fundamental, estes autores perceberam que os alunos demonstraram interesse em discutir os acontecimentos da obra fazendo várias perguntas sobre a física envolvida.

Dos artigos encontrados em revistas, encontra-se na RELEA o trabalho de Piassi e Kimura (2018), através de um clube de leitura, eles evidenciam as potencialidades da astronomia e ficção científica no estímulo a curiosidade e imaginação. Na RBEF foi publicado o trabalho de Piassi (2015) que fala do uso didático da FC utilizando as contribuições teóricas de Paulo Freire e George Synders e apresenta a visão dos críticos especializados em ficção científica.

Sobre o planetário como espaço educativo não formal está disponível no BTDEA a dissertação de mestrado de Martins (2009), ele enfatiza a necessidade e a importância do ensino de astronomia e analisa estes ambientes de educação não formal, o autor propõe minimizar as deficiências na formação de professores permitindo que seja tratado o tema Terra e Universo. Oliveira (2010), em sua dissertação que pode ser encontrada no BTDEA, busca formas de aprimorar a divulgação científica nas sessões de cúpula através da interdisciplinaridade, o autor utilizou um questionário que identificou algumas dificuldades. Marques (2017), em sua tese de doutorado mostra um panorama dos principais problemas da área, identificando padrões, contradições e complementariedades.

A dissertação de mestrado de Alves (2013) tem como objetivo investigar, por intermédio da aprendizagem dos alunos avaliados, se o planetário é eficaz para o ensino das estações do ano e quais as contribuições deste espaço. Já a dissertação de Romanzini (2011), traz uma pesquisa qualitativa sobre o potencial do ensino de

ciências em um planetário através da construção de uma sessão de cúpula e da aplicação de questionários antes e depois da atividade.

Ainda sobre o planetário como ambiente de ENF há o trabalho de Almeida *et al* (2017) encontrado na RELEA, esses autores analisam o aprendizado dos alunos sobre o sistema solar a partir de uma sessão de cúpula que envolve esse tema. A pesquisa foi feita com estudantes do Ensino Médio e foram aplicados pré-teste e pós-teste, os questionários foram analisados por meio de testes estatísticos e os autores concluíram que as atividades desenvolvidas no planetário contribuíram significativamente no aprendizado dos alunos.

Dos trabalhos sobre divulgação científica apresentados em eventos destaca-se o de Vargas *et al* (2012) encontrado nos anais do II-SNEA, os autores discutem as vantagens e limitações da utilização de um sistema de avaliação online das sessões do planetário, de modo a suprir deficiências como a falta de um sistema eficiente de análise dos serviços oferecidos e o requerimento de uma ferramenta capaz de medir o desempenho dos mediadores que trabalham como bolsistas. Possibilitando correções e modificações nas metodologias utilizadas no planetário.

Nos anais do XVI SNEF encontra-se o trabalho de Monteiro *et al* (2005) que utiliza Vygotsky como referencial teórico e um texto de divulgação científica como recurso de instrução, a partir da leitura deste último feita pelos alunos, os autores analisaram as motivações extrínsecas e intrínsecas dos estudantes. Ainda nos anais do XVI SNEF, há outro trabalho sobre referenciais teóricos para a divulgação científica, é o artigo de Alvetti (2005), no qual é feita uma análise de conteúdo utilizando as dissertações do BTDEA e conclui que estes referenciais podem contribuir para pesquisas e utilização de materiais de DF quando se trata de assuntos da ciência moderna e contemporânea.

No mesmo evento há o trabalho de Bonadiman *et al* (2005) que descreve o projeto “Física para Todos”, este último consiste em exposições abertas ao público com experimentos que se mostraram intrigantes e desafiadores segundo os autores. Nessa edição do SNEF encontra-se também o trabalho de Jungueira, Miurini e Abreu (2005) que elaboraram um projeto político pedagógico para o Instituto de Ensino e Divulgação de Astronomia e ciências afins (IEDA), a partir de suas experiências adquiridas através do contato com o público escolar e não escolar, com a finalidade de promover o ensino e a divulgação científica.

A apresentação oral de Lança e Almeida (2005) encontrada nos anais do XVI SNEF contou com a utilização da análise de conteúdo para avaliar alunos que leram livros de DC dentro e fora de sala de aula. Este trabalho mostrou que é possível valorizar aspectos que não se refiram apenas ao conteúdo específico de física, mas sim a história, ao contexto e até focos da época em que foi desenvolvido o conhecimento em questão. Essa conclusão foi elaborada a partir das respostas dos estudantes sobre algumas indagações determinadas pelos pesquisadores.

Alguns dos mais importantes desafios da divulgação científica e tecnológica foram destacados no trabalho de Germano e Andrade (2005) encontrado nos anais do XVI SNEF. Os autores trazem o discurso de Freire e Faundez (1985) citando Braverman, que diz que os trabalhadores vão perdendo cada vez mais o controle e compreensão das máquinas que utilizam, pois estas estão se tornando mais sofisticadas intelectualmente e que a escola não tem acompanhado esse rápido desenvolvimento tecnológico e científico. Eles concluem que isso se deve as desigualdades econômicas, sociais, culturais e políticas, e, portanto, é necessário seguir as ideias de Freire (1985, p.54) e estabelecer um diálogo de troca de saberes com as comunidades.

O artigo de Carneiro e Longhini (2015), encontrado na RELEA, apresenta a ideia de que a divulgação científica se encontra em um contexto de fragilidades sociais, apesar disso, a DC e a educação em astronomia têm apresentado avanços. Através dessa análise e das discussões acerca do referencial teórico, os autores sugerem as seguintes ações na área da divulgação científica de astronomia: inserir componentes curriculares de astronomia obrigatórias nos cursos de física, ofertar cursos de formação continuada, manter os editais de fomento à divulgação, divulgar políticas públicas e fazer parcerias entre pesquisadores e jornalistas.

Quanto aos artigos encontrados em periódicos, sobre DC, destaca-se o trabalho de Bassalo e Caldas (2018) publicado no CBEF, esses autores fazem um relato da promoção de palestras de divulgação científica e da evolução destas ações voltadas para a educação básica. Costa Junior *et al* (2018), em seu trabalho publicado na RBEF, desenvolveram um projeto de extensão que oferece observações e atividades sobre astronomia por meio de abordagens informais de divulgação, apontam práticas que foram eficientes e ineficientes, destaca-se como prática eficiente as discussões durante observações com o telescópio, pelo fato

destas revelarem maiores detalhes dos objetos celestes que não são visíveis a olho nu.

Sobre o tema história em quadrinhos foram encontrados 3 trabalhos, o primeiro deles é a dissertação de mestrado de Cruz (2018), ela está em desenvolvimento e se encontra disponível no BTDEA. Trata da elaboração de uma HQ como um produto educacional, com público alvo nos alunos do Ensino Médio. Para a avaliação deste recurso didático conta com a coleta de dados a partir de um questionário.

Nos anais do I-SNEA está o trabalho de Nascimento e Piassi (2011) que desenvolvem uma análise do potencial didático de histórias em quadrinhos de ficção científica com foco naquelas que tratam de temas de astronomia.

No CBEF foi encontrado o artigo de Pereira, Olenka e Oliveira (2016) que apresenta uma proposta didática para alunos do primeiro ano do Ensino Médio que consiste na aplicação de tirinhas e utiliza os ideais construtivistas como referencial teórico, foram trabalhados conteúdos de física.

Sobre epistemologia da ciência foi pertinente destacar o artigo de Silveira (1996) que se encontra no CBEF e fala sobre a metodologia dos programas de pesquisa de Imre Lakatos trazendo conceitos como revolução científica, cinturão protetor, heurística negativa, heurística positiva e ainda algumas reflexões sobre as potencialidades de atividades didáticas no ensino que envolvam essa estrutura da ciência.

Sobre este tema foi analisada também a dissertação de mestrado de Durban (2012), esse autor faz uma investigação das concepções de alunos de ciências biológicas do IB/USP acerca da natureza da ciência. O autor utiliza questionários VNOS-C e VOSE e faz uma triangulação de metodologia e de dados buscando identificar o perfil sociocultural e opiniões dos alunos acerca da estrutura da ciência.

Para se ter uma ideia da abordagem didática utilizada com assuntos de cosmologia como a matéria escura foram destacados 8 trabalhos, dentre eles a dissertação de mestrado de Aguiar (2010) que descreve uma proposta curricular de Física incluindo tópicos de Astrofísica e Cosmologia para o primeiro ano do Ensino Médio, contextualizando com temas de física moderna e contemporânea. Esse trabalho pode ser encontrado no BTDEA.

Há também a dissertação de Skolimoski (2014) na qual foi realizada uma pesquisa empírica para investigar as dificuldades e possibilidades em tratar de

cosmologia no Ensino Médio no ponto de vista dos professores. Esse trabalho, disponível no BTDEA, evidencia que as possibilidades de abordar esse tema são o contexto histórico e filosófico e a interdisciplinaridade facilmente percebida, quanto as limitações foram destacadas a falta de motivação dos professores em propor aulas diferentes, o que se deve às condições desgastantes da profissão, a enorme quantidade de conteúdos de física no currículo que devem ser vendidos em poucas aulas semanais e, ainda, o obstáculo das crenças religiosas dos alunos que podem vir de contraponto com modelos teóricos como o *Big Bang*.

A dissertação de Arthury (2009) discute a contribuição da história e da filosofia da ciência na formação de professores e, através da epistemologia de Lakatos, analisa a cosmologia moderna contextualizando-a com as ideias deste autor. Em seu trabalho ele comenta que a matéria escura e a energia escura são hipóteses *ad hoc* que ainda precisam de uma explicação, ou seja, são argumentos que reforçam uma teoria central chamada de núcleo firme, que no caso, é a teoria da gravitação.

No CBEF foi encontrado o artigo de Bagdonas, Gurdel e Zanetic (2018), esses autores analisam argumentos envolvendo a oposição entre Einstein e Friedmann sobre a constante cosmológica e, a partir disso, avaliam as concepções dos alunos sobre o papel dos erros na ciência, problematizando a ideia de que até mesmo grandes cientistas premiados como Einstein já se equivocaram alguma vez. No trabalho em questão, eles desenvolvem um jogo didático em que os alunos devem escolher um dos lados para defender.

Nos anais do XVI SNEF encontra-se o trabalho de Lima e Santos (2005) que fazem um relato de uma experiência didática que consistiu na apresentação de um trabalho para a componente curricular de Física Moderna II para alunos da Licenciatura em Física. A proposta delas faz uma apresentação introdutória dos modelos cosmológicos a nível médio e foi elaborado sob a orientação da professora da componente curricular.

Na RBEF se encontra o artigo de Gusmão, Valente e Duarte (2017), esses autores discutem as aplicações da matéria escura para sistemas planetários e estrelas em galáxias e as relações entre as diferentes formas de energia no movimento deste e de outros objetos astronômicos. Eles fazem uma demonstração numérica do teorema virial gravitacional e falam sobre a matéria escura em torno

das galáxias. Esses assuntos estão organizados na forma de uma sequência didática para ser trabalhada no Ensino Médio.

Para o desenvolvimento do roteiro da HQ sobre matéria escura, um dos objetivos deste trabalho, foi encontrado um artigo na revista *Astronomy & Astrophysics*, o autor Farnes (2018) apresenta um modelo teórico que unifica matéria escura e energia escura através da adoção da massa negativa. Outro artigo encontrado e que irá auxiliar na elaboração da narrativa da história em quadrinhos é o de Terning e Verhaaren (2019) que desenvolvem uma descrição teórica para um fóton escuro constituído de um monopolo magnético como alternativa para uma partícula de matéria escura.

2.1 Histórias em Quadrinhos

Sobre o tema história em quadrinhos foram analisados dois artigos e um livro, o primeiro artigo tem como tema a utilização de HQ de ficção científica no ensino de astronomia e se encontra nos anais do I-SNEA (Simpósio Nacional de Educação em Astronomia). Neste trabalho, Piassi e Nascimento (2011) fazem um levantamento das HQ de ficção científica que se popularizaram no século XX analisando os tópicos referentes a astronomia e evidenciando seu potencial pedagógico.

Segundos os autores, a partir da concepção de Zanetic (1989, 1997, 2006) de que o conhecimento científico está associado com as esferas sociais e culturais no contexto em que foi produzido, as histórias em quadrinhos de FC trazem esse contexto em suas narrativas trabalhando elementos da realidade de forma discursiva e visual. A partir disso, Piassi e Nascimento (2011) dizem que a ficção científica tem sido discutida como instrumento capaz de fazer com que os estudantes estabeleçam processos de investigação e problematização cultural, assim como conjecturou Piassi em seu trabalho com Pietrocola em 2007.

Ao fazer essa aproximação entre a física e as artes espera-se despertar o interesse pela ciência nos estudantes. Piassi e Pietrocola (2011) dizem que, a partir do trabalho de Gadotti (1996), é consenso entre os psicólogos que o ensino só é feito quando o aluno se interessa e apresenta uma atenção viva e constante para adquirir conhecimento.

No levantamento de HQs de ficção científica, Piassi e Nascimento (2011) analisaram estes materiais como um fenômeno midiático que faz uma divulgação

científica disfarçada trazendo à tona as condições que poderiam causar algum impacto na alfabetização científica dos leitores. Citaram obras como “As aventuras de Buck Rogers no século XXV” que mostra uma extrapolação dos limites da tecnologia, “Flash Gordon”, obra que contextualiza a primeira Teoria Quântica, e o “Quarteto Fantástico” da editora Marvel Comics, que representou um certo afastamento da fantasia e dos superpoderes ao mesmo tempo que se aproximava de contextualizações do discurso científico.

A partir dessa análise Piassi e Nascimento (2011) concluíram que esses materiais se encontram na fronteira entre a divulgação científica e o conhecimento lúdico, sendo assim, podem ser incorporadas a estratégias que tenham como objetivo diminuir o espaço entre o conhecimento científico e o universo pessoal do aluno, para isso, seria necessário utilizar quadrinhos publicados no final século XX, pois estes tratavam a ciência de forma a despertar uma sensação de maravilhamento e ao mesmo tempo, medo, na tentativa de prever descobertas.

É nessa fase que a figura do cientista é apresentada como sempre um adulto de meia idade, retratado ou de forma romântica como um idealista solitário ‘bem feito’ da humanidade (como Reed Richards, o líder do ‘Quarteto Fantástico’), no papel de mentor do jovem herói (caso de Flash Gordon e Buck Rogers, por exemplo) ou então como verdadeiro ente maligno decidido a escravizar planetas inteiros. (PIASSI; NASCIMENTO, 2011, p.10)

Ainda conforme o trabalho de Piassi e Nascimento (2011), nas edições a partir do ano 2000, os autores de quadrinhos não mais se limitavam a divulgação de teorias e fatos científicos, mas também passaram a retratar aspectos do momento histórico-cultural em que estavam inseridos, os quais eram marcados pela influência da ciência e tecnologia nos rumos da sociedade. Nesse sentido, os personagens possuíam vozes distintas e estavam dispostos em uma rede social interativa composta por cientistas que representavam autoridade sendo líderes ou mentores dos heróis, estavam inseridas também pessoas comuns que representavam os heróis e geralmente eram aqueles personagens os quais os leitores se identificavam.

Segundo os autores citados anteriormente, utilizando as edições de HQ lançadas a partir do ano 2000 é possível incorporar estratégias didáticas que tenham como objetivo o acesso ao conhecimento científico sob um contexto de

democratização mostrando ao estudante que discutir ciências significa discutir o mundo em que ele vive.

Até o momento, foram analisadas as potencialidades da utilização de HQs já existentes, porém trabalhos como a dissertação de mestrado de Cruz e Lemos (2018) tem como objetivo a elaboração e análise de uma história em quadrinhos para o ensino de astronomia. Nesse sentido, destaca-se a metodologia utilizada na produção da HQ que consiste em realizar uma pesquisa qualitativa e quantitativa que juntamente a uma pesquisa bibliográfica a respeito da utilização de HQs no ambiente escolar, produzir as HQs, avaliá-las através de questionários e analisar as respostas obtidas. Segundo Cruz e Lemos (2018), o referido trabalho ainda se encontrava em desenvolvimento até a publicação do artigo no ano de 2018.

A metodologia para a produção das HQs na dissertação em questão consiste na elaboração do roteiro, definição de ambientes, criação de personagens e o estabelecimento da divisão em capítulos e páginas. Para a diagramação das ilustrações foi usado o *software Crazytalk Animator* e na edição de imagens os *softwares Photoshop* e *Corel Draw*.

Os questionários consistem em perguntas abertas e fechadas e a análise será feita organizando as respostas em tabelas e gráficos e posteriormente analisados quantitativamente e qualitativamente. Segundo Cruz e Lemos (2018) os resultados mostram o referencial para a produção da versão final das HQs e o esperado é que os materiais produzidos contribuam na divulgação dos conhecimentos de astronomia no ambiente escolar.

Além das HQs existem trabalhos que utilizam tirinhas como recurso de instrução pedagógico, estes dois materiais possuem em comum o uso de imagens atrelado a um discurso textual e a representação de personagens. Santos (2017) em seu livro “Ensino de Ciências da natureza aos alunos surdos: As histórias em quadrinhos como recurso pedagógico”, fala de suas experiências como docente atuando com alunos surdos e utiliza o aporte teórico de Vygotsky.

Segundo Santos (2017), a visão desse autor se baseia na semiótica, ou seja, o estudo dos signos, elementos de linguagem, sejam eles verbais ou não, que possuem significado e sentido para o ser humano. Vygotsky traz a teoria histórico-cultural explicando a aprendizagem e o desenvolvimento humano através de signos presentes no contexto social e cultural.

A teoria desenvolvida por Vygotsky defende que o desenvolvimento do humano, no plano ontológico, se dá, como singularização humana, nas interações sociais, pela linguagem internalizada e significada, com a emergência da consciência. O que caracteriza o ser humano é o social aplicado no cultural. (SANTOS, 2017, p. 53)

Santos (2017) diz que, para Vygotsky, a linguagem e o pensamento se cruzam no campo do pensamento verbalizado, este por sua vez não é algo natural e inato do comportamento humano, mas sim, ocorre através de um processo histórico-social. Quando o professor escolhe ou cria uma tirinha para trabalhar em sala de aula, ele passa por esse processo internamente, influenciado por suas experiências socioculturais e seus interesses, delimitando os personagens, os cenários e o roteiro. Para o aluno, a sua linguagem oral é diferente da linguagem da tirinha, mas essas duas podem se cruzar através da construção do entendimento do enredo e a interpretação do leitor se dará de acordo com suas peculiaridades, experiências e saberes.

As tirinhas passam a ser uma estratégia do professor para exercer seu papel mediador entre o conhecimento científico e o aluno que passa a ressignificar conceitos. Esse processo estaria de acordo com a ideia de Vygotsky que diz que “a interação entre o sujeito aprendiz e o objeto sempre se manifesta por meio da mediação do conceito” (SANTOS, 2017, p. 57 *apud* VYGOTSKY, 2005).

As histórias em quadrinhos e as tirinhas possuem uma composição que traz “elementos lúdicos e uma linguagem cognitiva, que associa imagem e texto, apresentando-se de uma forma familiar ao aluno, acostumado às informações audiovisuais” (SANTOS, 2017, p. 63). Sendo assim, com esse tipo de instrumento pedagógico, é possível promover uma evolução dos significados conceituais.

2.2 A Divulgação Científica nos Planetários

Segundo Marques (2017) em sua tese de doutorado, os planetários são espaços não-formais de educação e que possibilitam a divulgação científica da astronomia. O ensino informal se caracteriza a partir de uma “educação organizada e sistemática, mas ao mesmo tempo flexível em relação à duração da aprendizagem e aos espaços em que pode acontecer” (MARQUES, 2017, p. 61). A ENF é guiada por um docente, mas é centrada no aprendiz, pois este último possui mais autonomia para escolher seu percurso de aprendizagem.

A divulgação científica envolve a “utilização de recursos, técnicas, processos e produtos (veículos ou canais) para a veiculação de informações científicas, tecnológicas ou associadas ao público leigo” (MARQUES, 2017, p. 61 *apud* BUENO, 2010, p. 2). Marques (2017) evidencia, a partir do trabalho de Trench (2008) que a troca de informações promove o entendimento mútuo entre o público e a comunidade científica, o que traz benefícios para a sociedade e para a ciência.

Para Almeida *et al* (2017), o planetário como um espaço informal de educação, possibilita a utilização de métodos diferenciados de ensino atrelados a uma prática pedagógica que considera as demandas formativas dos estudantes, adaptada às diversas condições e realidades dos alunos devido a sua disponibilidade de recursos, o que pode enriquecer e complementar os conteúdos escolares, além de motivar os educandos. Os autores elucidam isso citando o trabalho de Langhi e Nard (2009).

Os planetários são ambientes onde é possível desmistificar a complexidade das ciências, proporcionando a aplicação de metodologias inovadoras que estimulam a capacidade criativa e crítica dos indivíduos envolvidos. (ALMEIDA *et al*, p. 71 *apud* ROMANZINI; BATISTA, 2009, p.9)

Sendo um complemento às atividades desenvolvidas em sala de aula, os planetários contribuem para o ensino de Astronomia do currículo escolar, nesse sentido, é necessário propor atividades que aguçam a criatividade dos estudantes e contribuam para tornar atrativa a aprendizagem de ciências. Almeida *et al* (2017) concluem isso a partir dos trabalhos de Langhi e Nardi (2009) e Porto, Zimmermman e Hartman (2010).

O trabalho de Almeida *et al* (2017) pode ser encontrado na Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia e, além de discutir a ENF, mostra uma proposta de pesquisa na qual são aplicados um pré-teste e um pós-teste para avaliar as concepções dos alunos sobre o Sistema Solar a partir da exibição de uma sessão de cúpula. Os questionários traziam perguntas de múltipla escolha sobre as características dos planetas do Sistema Solar e como eles são vistos no céu.

Através de tabelas e gráficos, Almeida *et al* (2017), analisaram os resultados e concluíram que a atividade desenvolvida contribuiu significativamente no desempenho dos alunos, sendo assim, o planetário tem grande potencial de contribuição nos processos de ensino e aprendizagem. Os autores observaram o comportamento dos estudantes durante a sessão de cúpula e concluíram que o planetário é um ambiente que favorece o questionamento, as discussões e a interação entre o apresentador e o público.

2.3 A Ficção Científica

Segundo Piassi (2007), depois da revolução industrial e desde meados do século XIX a ciência e seus produtos passaram a adquirir papéis e visibilidade crescentes tanto nas relações sociais, quanto nas relações econômicas e culturais, tal processo que começou na Europa e América do Norte, cada vez mais vai se disseminando globalmente. É a partir do século XIX que muitas obras literárias passaram a incorporar elementos e ideias gerados pela ciência.

Oliveira (2004) afirma que após a Revolução Francesa e a Revolução Industrial, o desenvolvimento técnico científico desencadeou várias mudanças na sociedade, no que tange o modo de ser do homem e a sua visão de futuro. Eles destacam que a possibilidade de sonhar com o futuro da ciência e tecnologia forneceu um terreno fértil para a narrativa de ficção científica.

A FC como gênero literário começou a se estabelecer a partir das obras do escritor francês Júlio Verne e do inglês Herbert George Wells, que posteriormente influenciaram Hugo Gernsback no século XX. Esses escritores tinham em comum a inspiração na ciência, porém apresentaram obras muito distintas. Verne escreveu para adolescentes e tratava de situações tecnológicas prováveis como um barco submarino, já Wells elaborava possibilidades alternativas como um homem invisível e por vezes era criticado por Verne pelo fato de propor contradições ao conhecimento científico (PIASSI, 2007).

A partir de 1920, a FC ganha impulso através de obras voltadas para o público jovem. É nessa época que Isaac Asimov se torna um dos maiores escritores do gênero naquele período. Após isso, a ficção científica se expandiu para o cinema, HQs, desenhos animados, jogos eletrônicos e RPG de interpretação de papéis, assim como destaca Oliveira (2004).

Durante esse processo de espalhamento da FC observou-se um certo distanciamento da ciência, o que levou a um declínio do gênero literário. A fantasia parece atrair cada vez mais os leitores (PIASSI, 2007, p.92). Isso também foi observado nas HQs de FC (PIASSI, NASCIMENTO, 2011). No caso das histórias em quadrinhos houve um apreço maior aos super-heróis nesse período.

Segundo Piassi (2007) existe uma enorme dificuldade em delimitar o gênero FC, porém autores como Isaac Asimov, David Allen e Umberto Eco fizeram algumas reflexões a respeito. O primeiro deles, Asimov, diz que a ficção científica faz parte de um gênero mais geral que ele chamou de ficção surrealista (FS), a partir disso ele delimita alguns elementos que fazem parte da FS, tais como, os fatos que ocorrem em ambientes sociais e incluem acontecimentos supra reais, ou seja, acontecem em ambientes surrealistas que não poderiam existir atualmente ou em épocas anteriores.

Piassi (2007) destaca que Asimov também aponta a derivação ou mudança como característica da FC, ou seja, este gênero traz no processo de sua composição fatos ou acontecimentos derivados de situações reais, porém transformando-os para uma abordagem supra real. Essa mudança é associada à ciência e tecnologia e se encontra no processo de elaboração da história.

Piassi (2007) diz que para David Allen, a FC é um subgênero da ficção em prosa e este sempre traz em suas narrativas a ideia de uma ciência extrapolada e imaginária que resulta em engenhos tecnológicos e extrapolação dos efeitos humanos. Isso está de acordo com a categoria supra real de Asimov.

Segundo Piassi (2007), Umberto Eco classifica a literatura fantástica em quatro caminhos distintos que permitem uma visão mais ampla do que é ficção científica. São eles, a alotopia, a utopia, a ucronia e a metatopia ou metacronia. Em uma alotopia, há a construção de um mundo alternativo e próprio da narrativa, sem levar em consideração o mundo real, a não ser para representar alguma ideia ou pensamento. “Assim, a história alotópica retrata um mundo com leis e fenômenos próprios” (PIASSI, 2007, p. 96) que não existem em nenhum lugar real nem existiram ou poderiam existir.

Piassi (2007) traz a definição de Umberto Eco para a utopia, este tipo de narrativa retrata uma sociedade ideal criada a partir de situações reais modificadas pela imaginação. Para Eco, o que diferencia uma alotopia de uma utopia é que:

“[...] o mundo paralelo [de uma alotopia] é sempre justificado por rasgos, desfiamentos no tecido espaço-temporal, enquanto na utopia clássica ele é simplesmente um não lugar dificilmente identificado (talvez passado e despercebido) do nosso próprio mundo físico”. (PIASSI, 2007, p. 96 *apud* ECO, 1989, p. 168)

Uma alotopia pode ser vista como uma fábula que descreve os acontecimentos na tentativa de fazer uma antecipação da realidade, mesmo que não haja um motivo bem definido para a possibilidade dos fatos, além disso não é feita uma reflexão sobre causa e efeito. A série Star Wars é um exemplo que se enquadra neste perfil, pois “seu conteúdo não guarda relações explícitas com o nosso mundo real, sendo um mundo autônomo, com leis e fenômenos sociais e naturais próprios” (PIASSI, 2007, p. 98).

No caso da ucronia tem-se a representação de uma história alternativa, criada a partir de fatos reais que poderiam ter acontecido de outra maneira. Já a metatopia ou metacronia mostra “uma fase futura do mundo real presente” na tentativa de “completar as linhas de tendência” da realidade. Piassi (2007) evidencia que essas “transformações que completam linhas de tendência” equivalem a ideia de extrapolação de David Allen.

Sendo assim, como discute Piassi (2007), a narrativa de ficção científica serve “a um processo de especulação a respeito do mundo real, especulação essa que obedece a certos parâmetros da racionalidade típicos do pensamento científico” apresentando um jogo narrativo sobre a “conjeturabilidade” da ciência e, segundo Rabkin (1977), trazendo hábitos mentais científicos através da racionalidade.

O autor dessa tese de doutorado analisada neste trabalho define que a FC possui um núcleo que seria o “contrafactual derivado a partir do discurso científico” (PIASSI, 2007, p. 105), porém, isso não significa que a ficção científica seja um gênero homogêneo. Os subgêneros, definidos por diversos autores, são; *hard*, *soft*, *space opera*, fantasia científica, distopias, *cyberpunk* e, ainda, existem vários tópicos que classificam elementos presentes nessas narrativas.

O trabalho de Piassi (2007) define a FC *hard* como aquela em que há extrapolações previsíveis a partir das ciências exatas e naturais e da tecnologia da época de sua criação, um exemplo seria o filme *Jurassic Park*. Narrativas desse tipo geralmente são aquelas que mais possuem semelhanças com as ciências exatas e biológicas. Já o subgênero *soft*, traz elementos tecnológicos sem explicar o seu funcionamento e, algumas vezes, explora as ciências humanas representando uma sociedade com manifestações sociais, psicológicas, políticas, históricas, teológicas e linguísticas próprias, o que implica uma semelhança com as ucronias de Umberto Eco.

A série mais popular de *space opera* é *Star Wars*, de forma geral, esse subgênero contempla obras as quais possuem uma ambientação no espaço e por vezes trazem elementos derivados da tecnologia e ciência que não desempenham papéis cruciais no enredo, como os sabres de luz.

As considerações de Piassi (2007) sobre as ideias dos autores David Allen e Marigny (1994) descrevem a fantasia científica como um subgênero da FC que através de uma inspiração na ciência cria um universo com leis naturais diferentes do nosso. Neste caso, a verossimilhança científica com o mundo real não importa e são incluídos elementos como magia, religião, telecinese, telepatia, espíritos e feitiçaria, tratados a partir de uma estrutura lógico-causal como se fossem fatos estudados pela ciência. Ou ainda, explorando informações descartadas pelo método científico. São exemplos desta abordagem narrativas que utilizam elementos mitológicos como dragões, unicórnios, ciclopes, bruxas e feiticeiros.

Segundo Piassi (2007), a partir das interpretações de Ginway (2005), as distopias provocam uma “desfamiliarização” ou “estranhamento cognitivo” através de uma composição de elementos familiares que se mostram estranhos, apesar de parecerem cientificamente factíveis. Geralmente, as obras que se enquadram neste subgênero mostram uma sociedade totalitária com a imposição de uma ideologia da felicidade que se opõe à liberdade civil.

O subgênero *cyberpunk* é uma ficção que inclui uma sociedade distópica muito extrapolada para o futuro, com tecnologias e arquiteturas bem sofisticadas, porém, decadentes. Apresenta uma acentuada desigualdade social que chega a ser excludente. O Estado é representado com caráter totalitário e geralmente está associado a “grandes corporações capitalistas ou ao domínio das máquinas sobre a humanidade” (PIASSI, 2007, p. 116).

Como resposta a esse governo surge uma cultura *hacker*, além dos conflitos e da fuga do poder desenvolvidos pelos personagens. São explorados conceitos como a ligação entre mente e máquina, a realidade virtual e a estética *noir*. Todas essas características relacionam ciência, tecnologia e sociedade o que abre caminho para debates e discussões no ensino de ciências com foco nesses temas.

2.3.1 A Ficção Científica no Ensino e na Divulgação

Piassi (2007) se baseia no processo de adesão de Paulo Freire e diz que a ficção científica, no contexto do ensino, é capaz de proporcionar a “investigação cultural ativa por parte dos estudantes” através da problematização. Dessa forma, o aluno passa a ser considerado não apenas como um oprimido, mas também como um apreciador da cultura que manifesta seus interesses e anseios e é uma “fonte de satisfação pessoal, de crescimento e de respostas a questões que todos se colocam” (PIASSI, 2007, p. 46).

Segundo esse autor, a ficção científica se apresenta como uma cultura elaborada e sua qualidade como obra se revela no quanto esta foi capaz de levantar novos questionamentos acerca do modo de vida da nossa sociedade, vinculando à essa discussão a ciência e a tecnologia. Essa contextualização proporciona uma abordagem mais ampla na esfera conceitual fenomenológica do que apenas o ensino de leis e conceitos científicos, possibilitando ao aluno o entendimento do processo de produção do conhecimento em uma sociedade científica, tecnológica e cultural.

Essa abordagem tem a intenção de provocar no estudante a “reflexão sobre o presente para um pensar-agir no futuro” (PIASSI, 2007, p. 143), além de motivar a aprendizagem de conceitos de forma divertida. A partir disso, uma obra de FC para fins didáticos deve trazer inovação e transformação, sem provocar um mistério excessivo que prejudique o entendimento, mas também fugindo do óbvio, de forma a exigir um certo esforço interpretativo por parte dos leitores.

Na divulgação científica que utiliza uma ambientação em FC, destaca-se a dissertação de mestrado de Delicato (2017), na qual o autor propõe duas palestras e duas sessões de cúpula no planetário itinerante. Uma das palestras trata sobre o Sistema Solar e utiliza uma tela de projeção com mais de 2 metros de largura que simula o interior de uma nave espacial que viaja até o Sol e os planetas, mostrando detalhes de suas características evidenciadas no discurso do palestrante.

A outra palestra permite que os alunos usem de sua imaginação enquanto são guiados a uma viagem espacial, são utilizados recursos de vídeo e imagem e os ouvintes podem fazer escolhas de percurso. As sessões de cúpula também retratam viagens espaciais, elas trazem ideias sobre a estrutura do universo e exoplanetas inserindo alienígenas em suas narrativas.

Delicato (2017) categoriza o uso da ficção científica em duas modalidades: por objetivo e por recurso. Um dos objetivos pode ser a proposta de uma estratégia didática ou de ensino que proporcione a compreensão de algum fenômeno através da imaginação de alguma circunstância necessária a esse entendimento que não possa ser demonstrada dentro das limitações da instituição. Outro objetivo vem a ser a estratégia de sensibilização e motivação que proporciona o encantamento através da narrativa de ficção científica, despertando o interesse pelo assunto estudado.

Dos recursos didáticos que podem ser utilizados através do enfoque da ficção científica, tem-se a escrita de livros paradidáticos ou textos educativos de divulgação que contextualizam conceitos de astronomia com a FC. Outro recurso classificado por Delicato (2017) são os vídeos em forma de séries educativas, programas televisivos ou disponibilizados em sites da *internet*. Os planetários também são considerados como um recurso que possibilitam a ambientação em FC, assim como a decoração e arquitetura dos ambientes de ensino e divulgação. Além destes recursos, as aulas e palestras também podem conter elementos e contextualizações no âmbito da ficção científica promovendo a imaginação e o pensamento crítico.

Assim como em qualquer prática didático-pedagógica é necessário avaliar se os objetivos de ensino foram alcançados e se os recursos estão adequados a proposta. Delicato (2017) observou três aspectos para avaliar e investigar a qualidade da divulgação e do ensino da astronomia feitos em seu trabalho de mestrado, são eles, o emotivo, o didático positivo e o didático negativo.

O aspecto emotivo se refere ao potencial motivador, para avaliar isso, Delicato (2007) define que uma experiência motivadora faz com que o aluno queira participar novamente de atividades semelhantes, busque assuntos relacionados aos temas tratados, demonstra animação ao relatar a experiência e passa a preferir a dinâmica vivenciada em detrimento de outras menos motivadoras.

Segundo Delicato (2017), o didático positivo se refere aos objetivos de ensino, para isso foram escolhidos para compor o questionário os tópicos que estão mais imersos no contexto da ficção científica que podem influenciar no aprendizado, sem considerar a ausência de informações acerca dos temas tratados. Nesse ponto é necessário tomar o cuidado para não criar conceitos errados de Astronomia.

Por ultimo temos o aspecto didático negativo, Delicato (2017) evidencia que a avaliação deve identificar alguma distorção do conhecimento causada pela ficção científica e se esses erros foram incorporados ao conhecimento do público. Para o autor o objetivo desta avaliação deve ser verificar se a ficção científica foi entendida como uma obra de arte que apresenta sua própria forma de tratar a realidade.

Para a elaboração do questionário, Delicato (2017) diz que o pesquisador deve fazer a si mesmo as seguintes perguntas: “Quais os objetivos da atividade conforme o criador? Quais principais conceitos a serem aprendidos? Quais conceitos normalmente são aprendidos de forma errada? Qual o maior risco que podemos supor que corremos devido a inclusão da ficção científica?”.

2.4 A Epistemologia da Ciência segundo Imre Lakatos

Segundo Silveira (1996) a epistemologia de Imre Lakatos apresenta a metodologia dos programas de pesquisa científica (MPPC), elaborada a partir das críticas às ideias de Popper. Lakatos define algumas peculiaridades dos programas de pesquisa, tais como o núcleo firme, o cinturão protetor, as anomalias, a heurística positiva e a heurística negativa, define também a revolução científica e em quais condições ela ocorre. A MPPC traz “uma explicação lógica para o fazer científico, interpretando ‘as revoluções científicas como casos do progresso racional e não de conversões religiosas’ (SILVEIRA, 1996, p. 220 *apud* LAKATOS, 1989, p. 19).

Conforme a epistemologia de Lakatos, Silveira (1996) diz que um programa de pesquisa possui um núcleo firme, um conjunto de hipóteses e teorias irrefutáveis. Ao núcleo firme não se aplica a retransmissão da falsidade, ou seja, quando alguma evidencia provoca a falseabilidade de uma hipótese não significa que a teoria ou hipótese central foi refutada, mas sim que o cinturão protetor deve ser modificado. O cinturão protetor representa as hipóteses e teorias auxiliares ao núcleo firme e estabelece as condições iniciais. As evidências que podem provocar falseabilidade, geralmente incompatíveis com as previsões teóricas do núcleo firme, são chamadas de anomalias.

No programa de pesquisa de Newton, exemplificado por Silveira (1996), o núcleo firme era representado pelas três leis do movimento e a Lei da Gravitação Universal. Uma das anomalias encontradas foi a discordância entre a previsão teórica para a órbita de Urano e as observações astronômicas desse planeta, isso não refutou a Mecânica Newtoniana, mas permitiu que fosse descoberto Netuno, que interagiu gravitacionalmente com Urano e causava essa discrepância entre teoria e observação, a partir de novos dados e reformulações dessas órbitas. Neste caso, o cinturão protetor eram os modelos do Sistema Solar que descreviam as características e o movimento dos planetas, satélites e demais objetos celestes.

A heurística positiva, como descreve Silveira (1996) baseando-se nas ideias de Lakatos, constitui-se de um conjunto de sugestões ou palpites sobre como alterar e desenvolver as variantes refutáveis e sobre como modificar o cinturão protetor passível de refutação. Logo no início de um programa de pesquisa encontram-se várias anomalias, a heurística positiva impede que os pesquisadores se confundam e possibilita a transformação dessas anomalias em corroborações. Um exemplo disso, são os novos epiciclos, introduzidos no programa de Copérnico e Ptolomeu, toda vez que as observações não se encaixavam nas predições teóricas.

Já a heurística negativa impede que as anomalias ou refutações declarem como falso o núcleo firme fazendo com que estes ataques as teorias e hipóteses centrais sejam enfrentados pelo cinturão protetor. No programa de Newton, a reformulação da órbita dos planetas foi uma aplicação desse método.

Um programa de pesquisa pode ser avaliado como progressivo ou regressivo através de um conjunto de regras determinadas pela MPPC. Um programa se mostrará teoricamente progressivo quando as modificações do cinturão protetor provocam predições inesperadas ou o que o autor chama de “retrodições”, ou seja, uma antecipação de um fato ainda não observado ou uma explicação de um fato já conhecido. Além disso, para ser empiricamente progressivo o programa deve apresentar pelo menos algumas novas predições corroboradas (*Idem, Ibidem*).

Por outro lado, “um programa está regredindo ou degenerando se seu crescimento teórico se atrasa com relação ao seu crescimento empírico” (SILVEIRA, 1996, p. 223 *apud* LAKATOS, 1983, p. 117). Isso ocorre quando o programa passa a oferecer apenas explicações *post-hoc*, ou seja, hipóteses baseadas em dados de observações já feitas, ou ainda quando o programa oferece ajustes *ad-hoc*, isto é, a criação de hipóteses que compensam anomalias não previstas pelo núcleo firme. Ademais, também ocorre a degeneração de um programa quando ele passa a corroborar descobertas casuais ou fatos antecipados que se originaram de um programa rival.

De acordo com Silveira (1996), Lakatos define que ocorre uma revolução científica quando um programa supera outro, este é um processo histórico e temporariamente extenso e exige que um dos programas progrida enquanto o outro degenera, assim os cientistas irão aceitar o programa progressivo e descartar o programa regressivo. Nesse sentido, “não existem experimentos cruciais, isto é, experimentos ou observações que possam sozinhos e instantaneamente acabar com um programa de pesquisa ou decidir entre programas rivais”, o que ocorre é que, depois de uma revolução científica, um experimento antigo passa a ser considerado como crucial.

2.5 Matéria Escura e conceitos utilizados no roteiro da História em Quadrinhos

A matéria escura é um dos mistérios da cosmologia, sabe-se que ela interage apenas gravitacionalmente com os objetos celestes, sendo assim, ela não emite luz eletromagnética e não é possível observá-la com nenhum tipo de telescópio. Porém, foram analisadas as consequências das interações gravitacionais da matéria escura com a matéria “barionica”, esta última representa tudo aquilo que conhecemos no universo e conseguimos observar em qualquer comprimento de onda.

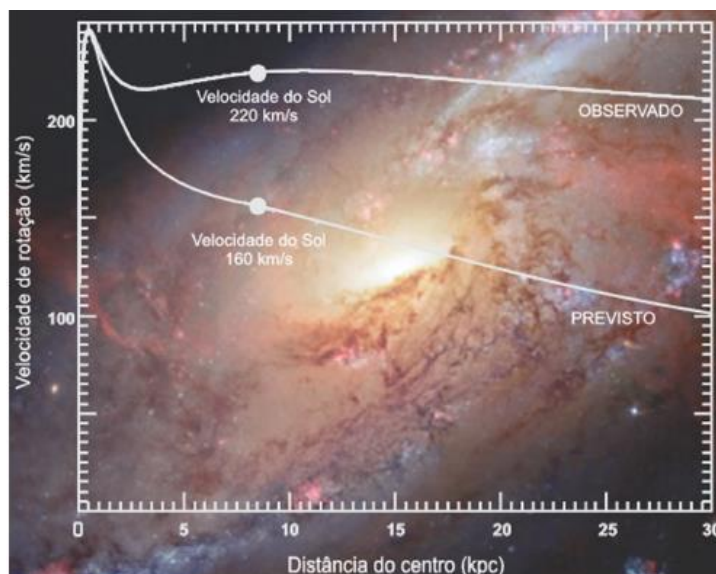
Conforme o livro de Oliveira e Saraiva (2003) a matéria escura foi considerada pela primeira vez em 1937 por Fritz Zwicky (1898-1974) e Walter Baade (1893-1960) e se tornou um item importante na cosmologia. Zwicky observou um aglomerado de galáxias e percebeu que a velocidade daqueles objetos era maior do que deveria ser. Se a massa do aglomerado não for suficiente para segurar gravitacionalmente as galáxias, devido a elevada velocidade, essas galáxias são ejetadas do aglomerado, porém não é isso que acontece. O problema era que a “massa do aglomerado deveria ser, pelo menos, dez vezes maior do que a massa da matéria visível no aglomerado, isto é, da massa em estrelas e gás pertencentes às galáxias” (OLIVEIRA, SARAIVA, 2003, p. 595).

Algo semelhante acontece com as estrelas em uma galáxia, a determinação das velocidades de rotação das galáxias foi feita por Vera Cooper Rubin (1928-), em 1980. Seria necessária uma quantidade de massa muito maior do que a observada pela emissão de luz para segurar gravitacionalmente as estrelas em torno da galáxia, devido às velocidades de rotação.

A velocidade das galáxias e objetos celestes pode ser inferida através da determinação do *redshift*, observando as linhas de absorção e emissão do gás que se deslocam modificando o comprimento de onda, devido ao Efeito Doppler da luz. Quanto mais deslocado para o vermelho, maior é comprimento de onda observado, e, menor será a frequência e isso significa que o objeto está se afastando e quando se aproxima o comprimento de onda se desloca para o azul.

Para determinar a massa de um aglomerado de galáxias ou de uma galáxia individual é necessário obter a curva de rotação. Segundo Oliveira e Saraiva (2003), quanto mais próximo do centro da galáxia, menor será a velocidade de rotação, o que está de acordo com as Leis de Kepler para o movimento planetário que foram generalizadas. Através da observação do gás da galáxia que emite ondas de rádio é construído o gráfico velocidade por distância para a rotação da galáxia. A figura 1 mostra uma comparação entre a predição teórica feita a partir do cálculo com a Lei da Gravitação Universal e a curva obtida através da observação do gás.

Figura 1 – Curva de rotação de uma galáxia espiral.



Fonte: Gusmão, Valente e Duarte (2017)

Sendo assim, seria necessário uma matéria que não está sendo observada e nenhuma faixa de comprimento de onda do espectro eletromagnético para segurar essas estrelas em torno da galáxia. Considerando esse problema, alguns modelos cosmológicos para o Big Bang, como o do Universo Inflacionário, passaram a prever as possibilidades de composição da matéria escura que faz parte de 95% do universo e, por isso, ela deve ser formada por partículas exóticas como neutrinos massivos, monopólos magnéticos, ou energia escura.

O modelo chamado Λ CDM prevê, teoricamente, que após o Big Bang quente, o universo passou por um período de inflação cósmica, seguido de um Big Bang frio, entra-se na era da radiação, quando a matéria bariônica domina as interações, segue-se para a era da matéria escura e, por fim, temos a era da energia escura, outro mistério do universo que passa a acelerar a expansão do universo, fenômeno que pode ser observado através do aumento da distância entre aglomerados de galáxias.

Farnes (2018) modificou esse modelo para unificar matéria escura e energia escura, considerando que ambas possuem massa negativa, ele considera a repulsão gravitacional de massas negativas proposta primeiramente por Einstein que seria capaz de impulsionar a expansão cósmica. Com esse trabalho foi possível fazer algumas previsões teóricas para a distribuição de matéria escura em torno das galáxias e, segundo o autor, é consistente com as observações da radiação cósmica de fundo, aglomerados de galáxias e supernovas distantes.

Uma outra alternativa para a matéria escura seriam os monopolos magnéticos acoplados a fótons escuros massivos, modelo descrito por Terning e Verhaaren (2019) do Departamento de Física da Califórnia. Os monopolos magnéticos nunca foram observados na natureza ou através de algum experimento, porém são parte das previsões teóricas da mecânica quântica. Os autores descrevem um fluxo magnético escuro capaz de fazer com que esses fótons escuros possam interagir eletromagneticamente com outras ondas-partículas escuras constituídas de monopolos.

3 METODOLOGIA

O delineamento para a pesquisa conta com a utilização de questionários analisados de forma quantitativa através de métodos estatísticos, a amostra deve ser constituída de alunos do Ensino Médio que estejam cursando o final do terceiro ano, e já tenham desenvolvido alguns pré-requisitos como o estudo das Leis de Kepler, do movimento e das leis de conservação, além de conceitos sobre o eletromagnetismo.

O instrumento utilizado foi a história em quadrinhos de ficção científica sobre matéria escura que traz em sua narrativa elementos do desenvolvimento de um projeto de pesquisa científico. Foram confrontadas duas teorias, uma delas é a consideração de uma partícula exótica com massa negativa feita de energia escura como alternativa para a matéria escura e, a outra teoria trata sobre os monopolos magnéticos, também como alternativa para a matéria escura. O roteiro da HQ se encontra no Apêndice 1.

A narrativa possui personagens com características geralmente encontradas em mangás e animes que provavelmente fazem parte da esfera socio cultural de alguns alunos. Há um colisor linear de partículas onde são feitos os experimentos pelos personagens, esse colisor, na narrativa de ficção científica, fica no norte do Japão, na região das montanhas de *Kitakami*. Na realidade ele é um projeto internacional que seria construído no Japão, mas devido as decisões do governo japonês, ainda não foi possível iniciar a execução do projeto.

No final da HQ encontram-se algumas referências que os leitores podem consultar para saber mais sobre os assuntos abordados. No questionário, há a verificação da leitura de algum artigo de divulgação científica recomendado.

Os estudantes devem ler a HQ antes de assistir a sessão de cúpula “O Fantasma do Universo” que trata do tema matéria escura. Para isso é necessária uma intervenção na escola, onde são entregue as HQs para os eles e é feita uma explicação da dinâmica de avaliação do instrumento. O questionário é aplicado após a exibição do vídeo para os alunos e contem perguntas de múltipla escolha, possibilitando a pesquisa quantitativa.

Algumas das perguntas de múltipla escolha foram feitas a partir do questionário VOSTS (*Views on Science-Technology-Society*), um instrumento de avaliação que possibilita a investigação de concepções sobre a estrutura da ciência

e foram obtidas através da dissertação de mestrado de Miranda (2008). Para a construção do questionário foram selecionadas algumas questões da perspectiva VOSTS, ele se encontra no Apêndice II. Além disso, foram adicionadas mais três questões ao questionário, uma para verificar se não houve distorção dos temas abordados por conta da ficção científica, outra para saber se os alunos consultaram os sites recomendados ao final da HQ e se eles entenderam que é importante para o avanço científico o investimento em aparatos como o Colisor Linear Internacional (ILC).

5 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A pesquisa foi executada com alunos do 9º ano, com idades entre 13 e 14 anos, os estudantes foram levados até a cúpula do planetário onde receberam a HQ e efetuaram a leitura levando em torno de 15 a 20 minutos. A dinâmica da atividade foi descrita para os discentes anteriormente à entrega da história em quadrinhos e eles ficaram cientes de que estavam participando de uma pesquisa de trabalho de conclusão de curso e que deveriam direcionar sua atenção ao enredo da HQ, aos fatos que se sucederam na trama e as reações dos personagens para com os acontecimentos. Isso foi dito com o intuito deles compreenderem de que forma a pesquisa científica iria ser feita pelas personagens e, para que se atentassem à postura científica das pesquisadoras e pesquisadores presentes no enredo.

Após efetuarem a leitura da HQ, alguns alunos fizeram elogios ao trabalho e ficaram na expectativa de uma continuação da história. Eles assistiram a sessão de cúpula “O Fantasma do Universo”, esta última descreve as razões da existência do halo de matéria escura em torno das galáxias citando cientistas como Fritz Zwicky (1898-1974) e Vera Rubin (1928-2016) e, explica suas contribuições nas pesquisas que envolveram medidas das velocidades de estrelas e galáxias e o cálculo da massa necessária para manter galáxias e aglomerados de galáxias coesos.

A sessão assistida também mostra experimentos como o LHC (*Large Hadron Collider*) e o LUX (*Large Underground Xenon*), explicando o seu funcionamento e o que se espera que ocorra em uma detecção de matéria escura. Além de abordar temas referentes a física de partículas, como a descoberta do bóson de Higgs, a supersimetria e a leitura dos feixes de partículas elementares resultantes das colisões entre hádrons. O vídeo ainda mostra o sistema solar, descrevendo as Leis de Kepler, a Via Láctea e o universo em grande escala explicitando o processo de formação de filamentos de superaglomerados de galáxias possivelmente influenciado pela matéria escura.

Assim que a sessão terminou foram entregues as cópias do questionário que se encontra no Apêndice 2, para os 22 alunos e mais duas professoras que estavam presentes. Eles tiveram um pouco de dificuldade em compreender as perguntas devido ao vocabulário utilizado pelo questionário VOSTS, e perguntaram o significado de algumas palavras como por exemplo “todavia”, além disso, os estudantes ficaram com a impressão de que todas as alternativas estavam corretas

nas primeiras cinco questões, e alguns ficaram em dúvida entre duas escolhas, o mesmo não ocorreu nas questões 6 a 8.

As professoras comentaram que os temas ciência, ética e religião abordados nas questões VOSTS estavam sendo trabalhados em sala de aula e que algumas alternativas iam contra aquilo que foi passado aos alunos, uma delas justificou explicando que em alguns casos a ética e a religião interferem nas decisões dos cientistas. Além disso, temas como o sistema solar, as galáxias e o universo em grande escala também estiveram presentes nas aulas, trazendo aos alunos a ideia de que os seres humanos estão em uma pequena parte de uma estrutura muito maior.

Quando todos já haviam respondido o questionário as cópias foram recolhidas e os alunos foram direcionados ao andar térreo do planetário para dar seguimento as atividades de divulgação científica. Antes que a turma fosse embora, foram feitas mais duas perguntas referentes as questões 9 e 10 que não se encontravam no questionário, para verificar quantos alunos já tinham lido mangás e quantos já tinham lido histórias em quadrinhos. Esses resultados e aqueles retirados do questionário se encontram na Tabela 3 e totalizam 22 alunos entrevistados.

Tabela 2 – Resultados do Questionário.

Alternativa	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5	Questão 6	Questão 7	Questão 8	Questão 9	Questão 10
a	3	1	0	7	6	0	1	0	6	20
b	11	0	1	9	2	11	21	0	14	2
c	7	5	2	2	1	4		22		
d	0	0	9	2	11	7				
e	1	1	2	1	2					
f	0	4	7	1						
g	0	11	1	0						
h	3									

Fonte: Autora (2019).

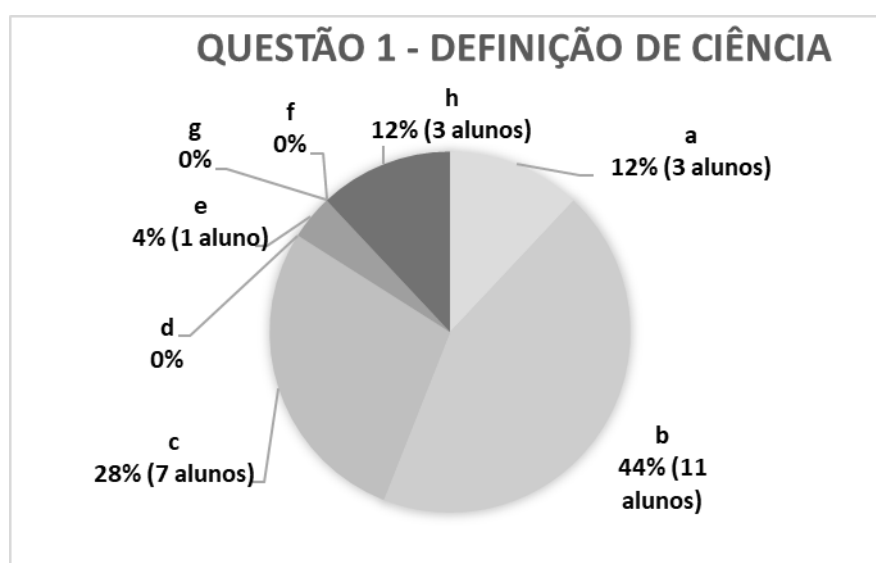
A Figura 2 representa os resultados da questão 1, esta pede que o aluno escolha uma definição para ciência, apenas 3 estudantes marcaram a alternativa “a” que diz que a ciência é o estudo da química, biologia e da física, metade dos alunos (11) marcou a alternativa “b” que trás a ideia de um corpo de conhecimentos constituído de leis e teorias capazes de explicar fenômenos do mundo a nossa volta, como por exemplo a energia e a matéria. A alternativa “c” descreve a ciência como a

busca pelo desconhecido e a descoberta de novos componentes e novas descrições de funcionamentos, sete alunos escolheram essa opção.

Nenhum estudante marcou a alternativa “d” que descreve a ciência como o desenvolvimento de experiências com o objetivo de resolver problemas que afetam o mundo em que vivemos. A letra “e” fala sobre a invenção ou a criação de aparatos como computadores, e apenas um aluno escolheu esta alternativa. As letras “g” e “h” não tiveram nenhum voto, a primeira faz uma confusão entre ciência e comunidade científica e a ultima diz que ninguém pode definir ciência.

Devido ao fato de que foi dito aos estudantes que eles consultassem a HQ caso tivessem dúvida ao escolher uma alternativa, percebe-se que a narrativa da obra entregue a eles transpareceu, para a maioria dos leitores, que a ciência é constituída de conhecimentos como leis e teorias que explicam o mundo observado, isso porque, a todo momento, as personagens tentavam explicar como e porque estavam ocorrendo as alucinações e os resultados dos experimentos no colisor linear e na ressonância magnética. A segunda alternativa mais votada (letra c) também teve influência do enredo da HQ, pois as alucinações são uma novidade no universo da trama e a constituição da matéria escura era inicialmente desconhecida, além dessa influência, há também o fato de que as professoras escolheram essa alternativa como correta, o que significa que isso foi ensinado aos alunos.

Figura 2 – Gráfico da questão 1 referente à definição de ciência escolhida pelos estudantes.



Fonte: Autora (2019).

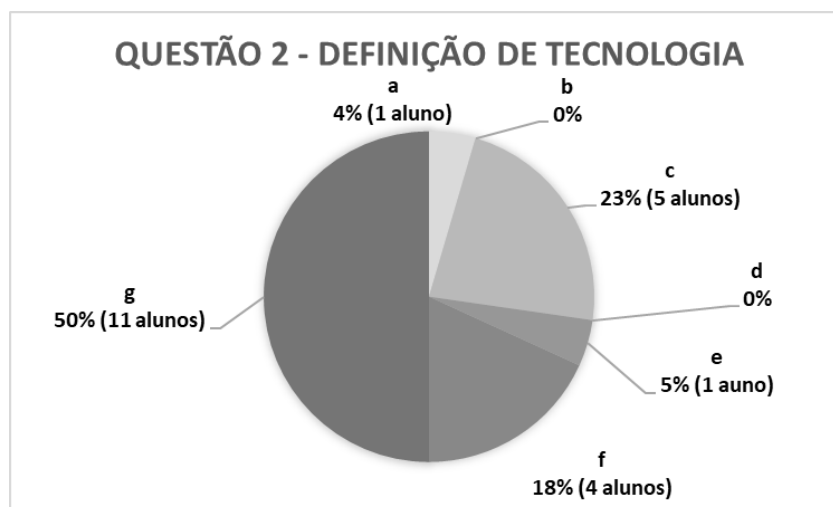
Os resultados das alternativas “a” e “h” podem ter ocorrido devido as discussões prévias feitas em sala de aula descritas pelas professoras, ou ainda porque a HQ conseguiu, para a maioria dos leitores transparecer uma ideia de ciência e, esta vai além do estudo da química, física e biologia.

Os estudantes não confundiram os conceitos de ciência e comunidade científica resultando em nenhuma escolha na alternativa “g”. Além disso, o fato de nenhum aluno ter marcado a letra “f” significa que a HQ não demonstrou melhora nas condições de vida das pessoas na utilização dos conhecimentos descobertos e que a imagem da cidade futurística representada no segundo quadrinho da última página passou a ideia de uma mudança neutra ou negativa.

Na Figura 3 encontram-se os resultados da questão 2, sobre a definição de tecnologia, apenas um aluno disse que a tecnologia é muito parecida com a ciência (a) e nenhum marcou que ela é a aplicação da ciência (b), o que pode indicar que a HQ deixa clara a distinção de ciência e tecnologia, porém não demonstra nenhuma aplicação da ciência na tecnologia. Nenhum leitor escolheu a alternativa “d” e apenas um marcou a letra “e”, isso porque a HQ mostra um problema muito complexo referente a matéria escura e não trata dos temas como a robótica e a automação.

Cinco alunos assinalaram a letra “c” e quatro alunos a letra “f”, o que pode significar que a ideia de ciência aplicada é comum entre os estudantes, porém não é tratada na HQ, isso pode ter ocorrido pois uma das professoras assinalou a alternativa “c”. A alternativa “g” obteve 11 votos, metade da turma, sendo assim, a ideia de tecnologia que a HQ mais deixa transparecer é a de que esta é constituída de ideias e técnicas utilizadas para a criação de produtos e a organização do trabalho e para o progresso da sociedade, ou ainda, porque os estudantes foram instruídos a compreenderem a tecnologia dessa forma, já que uma das professoras marcou essa letra.

Figura 3 – Gráfico da questão 2 referentes a definição de tecnologia.

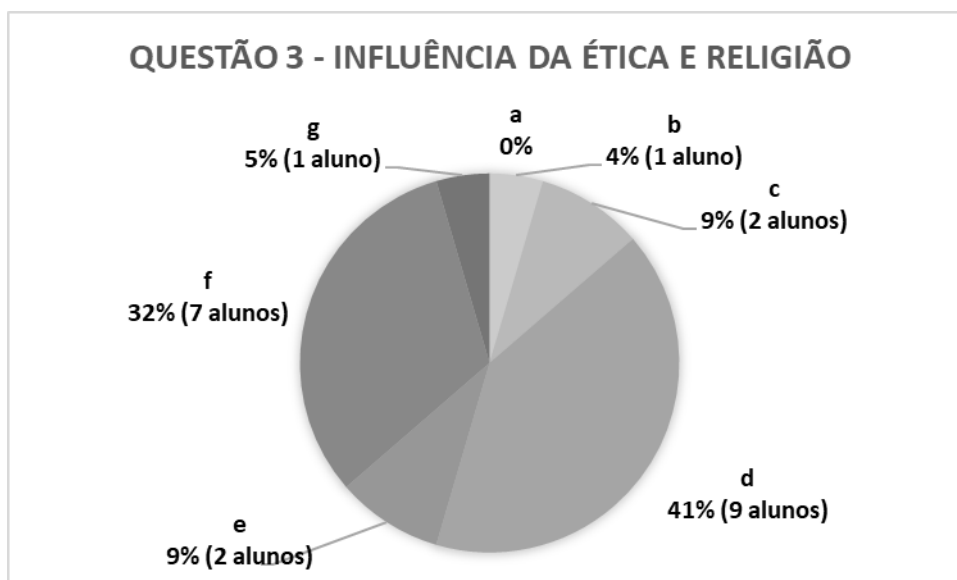


Fonte: Autora (2019).

Na Figura 4 estão os resultados da questão 3 que revelou o que os alunos pensam sobre a influência da ética e da religião na ciência. A maioria dos alunos selecionou as alternativas que diziam que as visões éticas ou religiosas influenciam nas pesquisas científicas, um deles escolheu a letra “a”, justificando que algumas culturas almejam o benefício próprio através das pesquisas. Dois estudantes assinalaram a alternativa “c” defendendo que a maioria dos cientistas não realizam pesquisas que vão contra sua educação ou convicções. Nove alunos escolheram a letra “d” destacando que reação cultural é diferente para cada cientista, e que essas diferenças individuais influenciam no tipo de pesquisa que será feita. Totalizando 14 alunos que compreendem que a ciência é influenciada pela ética e religião, isso porque foi essa ideia que foi trabalhada com eles em sala de aula segundo as professoras.

A letra “f” é aquela que mais se assemelha a ideia trazida pela HQ, pois, apesar dos conflitos entre os cientistas as pesquisas continuaram, sete alunos escolheram essa alternativa, isso possivelmente ocorreu, pois, a professora também marcou a alternativa “f”. Apenas um aluno assinalou a alternativa “g” dizendo que os cientistas não são influenciados pelas visões culturais ou éticas e pesquisam temas importantes para eles e para a ciência. Esta última também se encaixa nos acontecimentos da HQ e foi escolhida pela outra professora.

Figura 4 – Gráfico da questão 3 sobre a influencia da ética e religião.



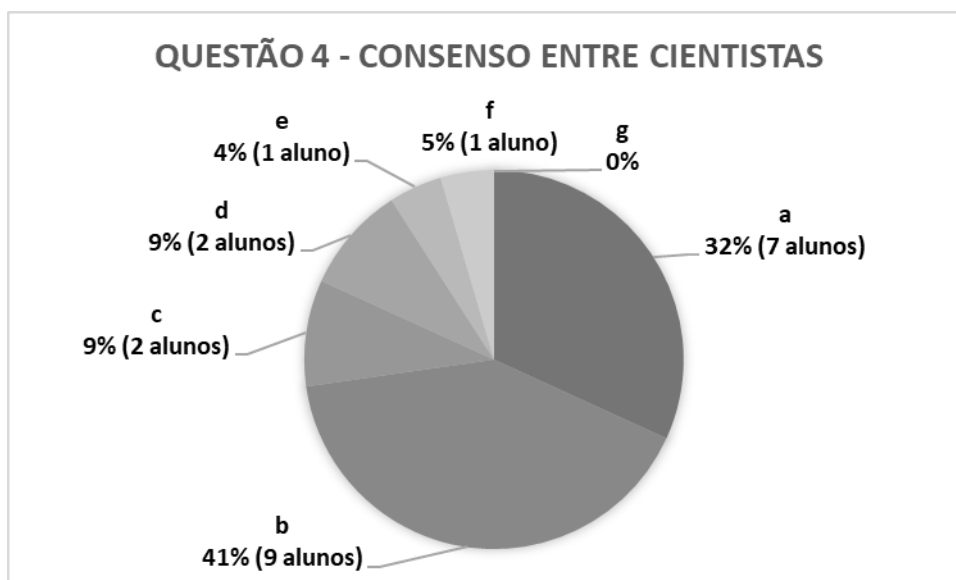
Fonte: Autora (2019).

Na Figura 5 se encontram os resultados da questão 4 que trata sobre os possíveis motivos que fazem com que os cientistas não consigam entrar em consenso. Sete estudantes concordaram com a letra “a” que justifica a falta de consenso com a ausência de alguns fatos que ainda não foram observados, o que está de acordo com o enredo da HQ, pois na primeira cena que acontece no CLI os cientistas discordam sobre a origem das alucinações. Isso provavelmente também está de acordo com o que foi trabalhado em aula, pois uma das professoras escolheu a alternativa “a”.

A alternativa “b”, escolhida por 9 alunos também descreve o que ocorreu na HQ, pois cada personagem estava focando em fatos diferentes. A letra “c”, marcada por dois alunos, também descreve o enredo da narrativa visual, pois cada personagem tinha a sua teoria que era utilizada para descrever a matéria escura.

Dois leitores escolheram a alternativa “d” que justifica a falta de consenso com dois motivos, a carência de fatos e as opiniões e motivações morais, isso pode ter ocorrido pois eles juntaram aquilo que aprenderam em sala de aula com o que a HQ estava mostrando, o mesmo ocorreu com a letra “e” assinalada por um aluno. Apenas um estudante marcou a alternativa “f” admitindo que as opiniões e valores morais são o motivo para os cientistas discordarem. Nenhum aluno escolheu a letra “g” que fala sobre a as influências e pressões exercidas por empresas e pelo governo, talvez porque a HQ não trata desses assuntos.

Figura 5 – Gráfico da questão 4 sobre o consenso entre cientistas.



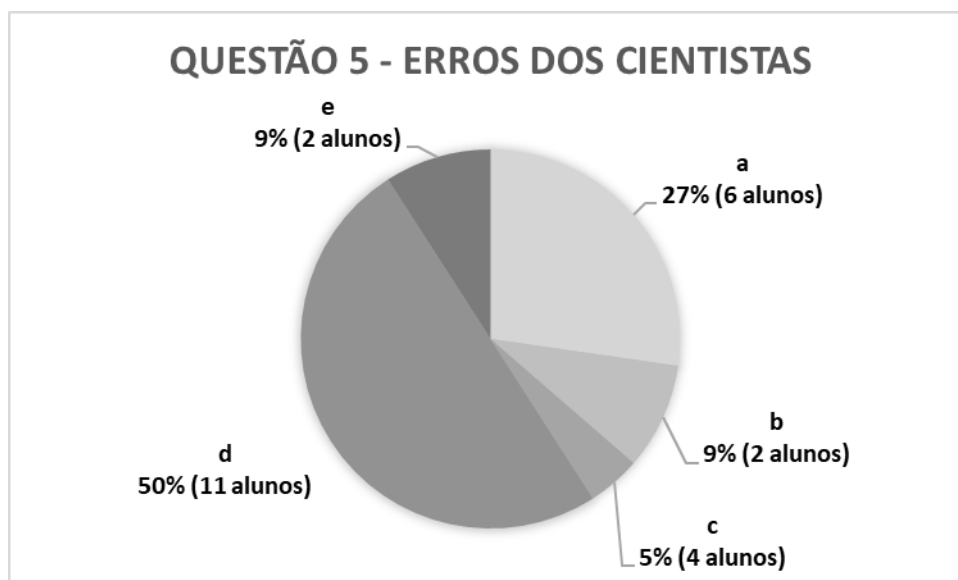
Fonte: Autora (2019).

Estão expressos na Figura 6 os resultados da questão 5 que tem como assunto os erros cometidos pelos cientistas. Oito alunos concordaram que esses erros atrasam o avanço da ciência, seis deles acreditam que os equívocos podem conduzir a conclusões falsas (letra “a”) e dois deles assinalaram a alternativa “b” concordando que a tecnologia tende a reduzir os erros para que a ciência avance.

Dezesseis leitores concordam que os erros não podem ser evitados, quatro deles escolheram a letra “c” dizendo que os cientistas compartilham esses equívocos para entrarem em um acordo, onze desses jovens acreditam que, dependendo do erro, atrapalhar ou ajudar com o avanço da ciência, mas esse progresso ocorre quando os equívocos são corrigidos, essa metade da turma escolheu a letra “d” possivelmente porque a HQ mostra as personagens descartando uma das teorias e lidando com as anomalias no experimento da ressonância magnética. Dois alunos marcaram a alternativa “e” concordando que a ciência avança quando são identificados os erros do passado.

A maioria dos estudantes compreende que os erros não podem ser evitados no desenvolvimento da ciência e isso provavelmente está de acordo com as aulas assistidas por eles, pois as professoras escolheram as alternativas “d” e “e”.

Figura 6 – Gráfico da questão 5 sobre os erros dos cientistas.

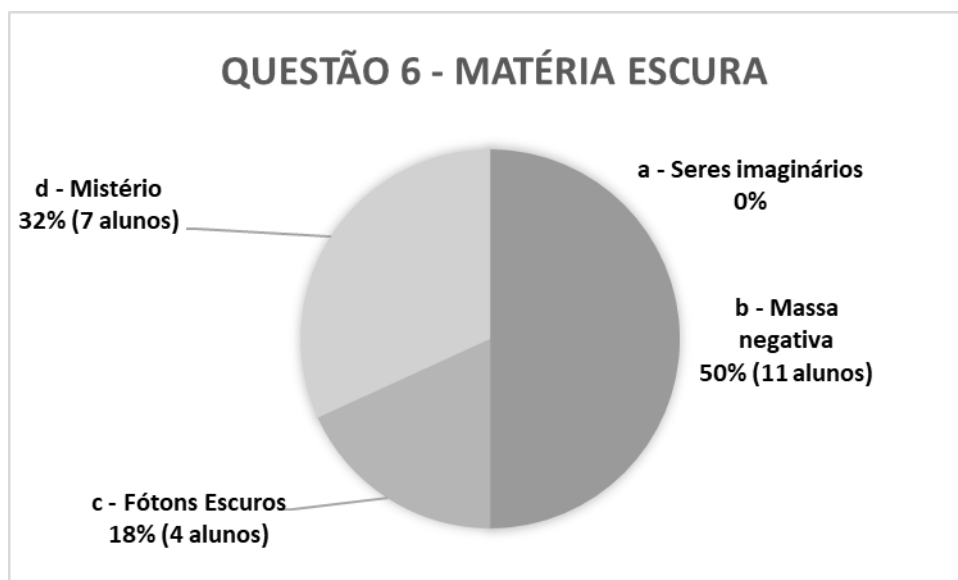


Fonte: Autora (2019).

Na Figura 7 estão os resultados da questão 6 elaborada para verificar se a ficção da narrativa confundiu os leitores sobre o tema matéria escura. Todos eles perceberam que os seres imaginários eram parte da ficção, porém a maioria dos alunos não compreendeu que a matéria escura ainda é um mistério da cosmologia, pois onze estudantes escolheram a alternativa “b” defendendo as partículas com massa negativa, que foi a teoria que prevaleceu na revolução científica da HQ, e quatro jovens assinalaram a letra “c” concordando que os fótons massivos com monopolo magnético representam a matéria escura.

Essas duas últimas são hipóteses reais da cosmologia, mas aparentemente os leitores confundiram com o conceito de teoria científica, mesmo após assistir a sessão de cúpula que não mostra a detecção de nenhuma partícula com essas características mostrando que a matéria escura possui explicações em desenvolvimento na ciência. Apenas sete alunos compreenderam que a matéria escura é um mistério da cosmologia, as professoras também escolheram essa alternativa, o que pode indicar que seria mais adequado realizar essa atividade de divulgação com uma turma que tivesse uma maior capacidade interpretativa, assim como tinha sido planejado no projeto que previa a aplicação em uma turma de terceiro ano do ensino médio.

Figura 7 – Gráfico da questão 6 sobre matéria escura.



Fonte: Autora (2019).

Sobre a questão 7, apenas um leitor consultou os sites colocados no final da HQ, isso porque elas foram entregues na cúpula do planetário ao invés de serem levadas na escola, sendo assim, não será possível comprovar o potencial motivador dessa narrativa visual. Apesar disso, vários alunos ficaram curiosos para uma continuação da história, porém não fizeram perguntas sobre os temas abordados na HQ.

Todos os leitores compreenderam que a construção de um experimento como o colisor linear contribui para o avanço da ciência, pois eles escolheram a alternativa “c” da questão 8.

Através das questões 9 e 10 feitas ao final da dinâmica de divulgação científica no planetário, foi identificado que 20 alunos já haviam lido HQs e seis alunos já haviam lido mangás, então esse instrumento que foi distribuído é algo conhecido e apreciado pela maioria dos estudantes dessa turma, o que proporciona uma atividade interessante e divertida para eles.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A história em quadrinhos que foi desenvolvida, como um recurso didático, se enquadra no gênero ficção científica e no subgênero fantasia científica, pois apresenta os amigos imaginários, que são envolvidos em projetos de pesquisa científicos, para explicar a matéria escura, sendo assim, há um elemento da fantasia tratado de forma científica e, a partir disso, são criadas implicitamente as leis naturais do universo onde acontece a narrativa. Sendo assim, também é representada uma *alotopia* nessa narrativa visual, pois foi criado um universo onde a matéria escura é feita de partículas com massa negativa que interagem com estruturas formadas por muitos componentes como o cérebro humano e o universo em grande escala. Além disso o subgênero *hard* se faz presente pois são utilizadas pesquisas de artigos científicos reais, como a massa negativa e os fótons escuros, e, ainda, são mostrados uma ressonância magnética e o CLI (Colisor Linear Internacional) que é um projeto que existe e está envolvendo vários países em seu planejamento, construção e elaboração.

No contexto da HQ, os programas de pesquisa abordados, que se referem as alternativas para a matéria escura, possuem dois núcleos firmes diferentes. O primeiro modelo tem como núcleo firme a massa negativa e, para isso, foram feitas alterações no modelo cosmológico Λ CDM (representa o cinturão protetor) que descreve a evolução do universo, posteriormente o colisor linear acabou corroborando as previsões teóricas para esse modelo e descartando o programa de pesquisa baseado nos monopolos magnéticos.

Tendo como núcleo firme os fótons escuros com monopolo magnético e, que interagem através do fluxo magnético escuro, o cinturão protetor passa a ser a teoria eletromagnética que sofre modificações e, posteriormente, acaba sendo descartada pois o colisor linear não detecta partículas desse tipo. Isso abre caminho para uma revolução científica que se caracteriza pela superação de um programa por outro, representada pela passagem de tempo e mudanças na cidade.

No desenvolvimento do programa de pesquisa referente à massa negativa para a matéria escura interagente com os neurônios é possível identificar uma anomalia no enredo da narrativa visual. Logo após as personagens executarem o experimento com a ressonância magnética elas analisam a atividade cerebral das cobaias e notam que, para algumas delas, ocorre uma diminuição dessa atividade

quando elas estão vendo o amigo imaginário e, para outras, há um aumento da atividade cerebral.

Não fica claro como a personagem principal, Yumi, conseguiu utilizar a heurística positiva e negativa para adaptar o cinturão protetor às anomalias, porém ela consegue utilizar o modelo de massa negativa para prever qual será a ramificação que as redes neurais não iriam seguir, corroborando assim, a teoria de que a matéria escura interage com o cérebro humano causando as alucinações.

Essa descoberta levou a uma revolução científica demonstrada como um processo histórico devido a passagem de tempo de 30 anos na última página, para isso, a hipótese dos fótons escuros foi descartada, apesar de não ter se mostrado um programa científico degenerado.

Quase todos os alunos conheciam o contexto socio cultural das histórias em quadrinhos e, uma minoria conhecia o dos mangás japoneses, pois já teriam lido esse tipo de publicação, tornando a ressignificação de conceitos ainda mais interessante e prazerosa aos estudantes, isso foi observado nos elogios feitos à narrativa visual e nos pedidos de continuação da história. Além da característica visual e imagética ser mais familiar aos leitores temos ainda o contexto dos mangás ou histórias em quadrinhos que provavelmente trazem signos já conhecidos por alguns alunos.

A HQ que foi desenvolvida a partir deste trabalho também contextualizou alguns signos comuns em mangás devido ao processo histórico-social influenciados pelas experiências socioculturais e interesses da autora na delimitação dos personagens, cenário e roteiro. Algumas dessas experiências foram as leituras de mangás e, por isso, a história em quadrinhos trará traços de personalidades baseadas nos heróis e vilões dessas narrativas. Sendo assim, os estudantes que compartilharam dessas mesmas experiências de leitura podem ter identificado esses traços de personalidade, além dos cenários que, geralmente, representam alguma região do Japão. Eles possivelmente também reconheceram os ideogramas da língua japonesa desenhados em algumas páginas do mangá.

Nesse sentido, essa proposta de educação não formal projetada teve como centro o aprendiz, bem como suas condições e realidades, na tentativa de estimular o pensamento crítico e interpretativo. Além de problematizar o investimento em colisores lineares de partículas como o ILC (Colisor Linear Internacional), que, segundo notícias, ainda é um projeto a ser consolidado no Japão e contará com

investimentos americanos, europeus e chineses, além daqueles a serem feitos pelo país onde será construído. Nesse sentido, foi possível mostrar a importância desses investimentos em ciência e como eles podem influenciar nos avanços científicos, o que está de acordo com a afirmação de Piassi (2007) sobre a reflexão do presente para pensar em ações futuras, pois todos os leitores compreendem que a construção desses aparatos tem como objetivo o avanço da ciência.

Através das respostas escolhidas pelos estudantes, pode-se concluir que a maioria deles entendeu que a ciência ainda está em desenvolvimento e não é apenas algo pronto que eles aprendem na escola, mas sim, algo que ainda está sujeito a novas descobertas e estudos futuros. O mesmo pode ser inferido para o fazer científico que se mostra no decorrer do enredo da narrativa visual, porém o questionário poderia ter abordado questões referentes à revolução científica para verificar se os alunos entenderam que os experimentos foram cruciais para que esta ocorresse imediatamente após a execução deles ou se eles compreenderam que essa revolução é um processo histórico. Além disso, poderia ter uma questão pedindo que os leitores identificassem quais foram as anomalias encontradas e como as personagens lidaram com elas.

Quanto a motivação dos alunos para que procurarem mais sobre os assuntos atuais que estão sendo abordados pelos pesquisadores, e que futuramente podem vir a proporcionar grandes transformações na tecnologia e sociedade, apresenta-se um resultado inconclusivo, pois a HQ foi entregue aos alunos no dia da aplicação da metodologia da pesquisa executada.

A narrativa visual entregue aos alunos supriu os objetivos desta pesquisa, quanto aos temas referentes às definições de ciência e tecnologia, quanto a importância de aparatos experimentais como o CLI, quanto a existência de mudanças na ciência e, ainda, pôde ser uma atividade agradável e interessante para os estudantes. Não foi possível concluir se a HQ motivou os alunos, nem se eles compreenderam aspectos da MPPC como núcleo firme, heurística negativa e positiva, cinturão protetor e anomalias. Além disso, a ficção provocou uma confusão nos alunos quanto ao tema matéria escura, o que pode indicar que seria necessária uma turma de terceiro ano do ensino médio para a pesquisa deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABREU, Leandro de. JUNGUEIRA, Sérgio Thibau. MIURINI, Rodrigo. Instituto de ensino e divulgação de astronomia e ciências afins – IEDA. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais**. Sociedade Brasileira de Física, 2005. Tema: Astronomia, divulgação, ensino. Área: Divulgação científica e comunicação no ensino de física, p. 1-4. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0627-1.pdf>. Acesso em: 02 maio 2019.

AGUIAR, Ricardo Rechi. **Tópicos de Astrofísica e Cosmologia: uma aplicação de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/topicos-de-astrofisica-e-cosmologia-uma-aplicacao-de-fisica-moderna-e-contemporanea-no-ensino-medio>. Acesso em 01 maio 2019.

ALMEIDA, Gabrielle de Oliveira, *et al.* O Planetário como Ambiente Não Formal para o Ensino sobre o Sistema Solar. **Revista Latino Americana de Educação em Astronomia**, n.23, p. 67-86, 2017. Disponível em: <http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/279>. Acesso em: 29 abril 2019.

ALMEIDA, Maria José P. M. de. LANÇA, Tatiana. Leitura dentro e fora de sala de aula: Livro de divulgação científica. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais**. Sociedade Brasileira de Física, 2005. Tema: Astronomia, divulgação, ensino. Área: Divulgação científica e comunicação no ensino de física, p. 1-4. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0627-1.pdf>. Acesso em: 02 maio 2019.

ALVES, Fernando Roberto Jayme. **O uso do planetário da UFG para o ensino das estações do ano: uma investigação sobre aprendizagem na geografia**. 2013. Dissertação. (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013. Disponível em: <http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/o-uso-do-planetario-da-ufg-para-o-ensino-das-estacoes-do-ano-uma-investigacao-sobre-aprendizagem-na-geografia>. Acesso em 01 maio 2019.

ALVETTI, Marco. Em busca dos referenciais teóricos da divulgação científica escolar. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais**. Sociedade Brasileira de Física, 2005. Tema: Divulgação científica, ensino de ciências, jornalismo. Área: Divulgação científica e comunicação no ensino de física, p. 1-4. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0278-2.pdf>. Acesso em: 02 maio 2019.

ANDRADE, Rodrigo R. D. de. GERMANO, Marcelo Gomes. Popularização da ciência: Urgente desafio. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais**. Sociedade Brasileira de Física, 2005. Tema:

Popularização, ciência, urgente desafio. Área: Divulgação científica e comunicação no ensino de física, p. 1-4. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0221-2.pdf>. Acesso em: 02 maio 2019.

ARTHURY, Luiz Enrique Martins. **A cosmologia moderna à luz dos elementos da epistemologia de Lakatos**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Centro de Ciências Físicas e Tecnológicas. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: <http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/a-cosmologia-moderna-a-luz-dos-elementos-da-epistemologia-de-lakatos>. Acesso em 01 maio 2019.

BAGDONAS, Alexandre. GURGEL, Ivã. ZANETIC, João. O maior erro de Einstein? Debatendo o papel dos erros na ciência através de um jogo didático sobre cosmologia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 35, n.1, p. 97-117. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n1p97>. Acesso em 18 maio 2019.

BASSALO, Luís Carlos. CALDAS, Crispino Jocasta. Formação e Vocação: Palestras de divulgação científica para educação básica na Amazônia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 35, n. 2, pág. 678-688. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n2p678>. Acesso em 18 maio 2019.

CARNEIRO, Dalira Lúcia Cunha Maradei. LONGHINI, Marcos Daniel. Divulgação Científica: As representações sociais de pesquisadores brasileiros que atuam no campo da astronomia. **Revista Latino Americana de Educação em Astronomia**, n. 20, p. 7-35. 2015. Disponível em: <http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/204>. Acesso em: 29 abril 2019.

CARVALHO, Luís Paulo de. OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de. Ficção científica no ensino de física: utilizando um romance para desenvolver conceitos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais**. Sociedade Brasileira de Física, 2005. Tema: Ficção científica, ensino de física, ensino fundamental. Área: Didática da física, materiais, métodos, estratégias e avaliação, p. 1-4. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0325-1.pdf>. Acesso em: 02 maio 2019.

COSTA JUNIOR, Edio da *et al.* Divulgação de astronomia e física por meio de abordagens informais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 40, n. 4. 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172018000400603&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 29 abril 2019.

CRUZ, Jonierson de Araújo da Cruz. LEMOS, Luis Juracy Rangel. Desenvolvimento e avaliação de uma história em quadrinhos para o ensino de astronomia. In: **WORKSHOP DE ENSINO DE FÍSICA DO TOCANTINS**, 1., 2018. Tocantins. **Anais**. Tocantins: Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, 2018. Tema: Astronomia, ensino, história em quadrinhos. Eixo temático: Ensino de física, p. 1-3. Disponível em:

<http://eventos.uft.edu.br/index.php/workshopfisica/workshopfisica1/paper/viewFile/2854/671>. Acesso em: 02 maio 2019.

DELICATO, João Paulo. **Ambientação em ficção científica para a divulgação da astronomia**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Astronomia) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: https://www.iag.usp.br/pos/sites/default/files/d_joao_p_delicato_original.pdf. Acesso em: 01 maio 2019.

DURBANO, João Paulo Di Mocano. **Investigação de concepções de alunos de ciências biológicas do IB/USP acerca da natureza da ciência**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41131/tde-01052013-152707/pt-br.php>. Acesso em: 08 maio 2019.

FARNES, J. S. *A unifying theory of dark energy and dark matter: Negative masses and matter creation within a modified Λ CDM framework*. **Astronomy & Astrophysics**, vol. 620, n. A92. Disponível em: https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2018/12/aa32898-18/aa32898-18.html. Acesso em: 20 maio 2019.

GUSMÃO, Thiago de C. VALENTE, Julia de A. DUARTE, S. B. A matéria escura no universo: Uma sequencia didática para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 39, n. 4. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172017000400601&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 20 maio 2019.

KEPLER, S. O.; SARAIVA, M. F. *Astronomia e astrofísica*. **Porto Alegre: Editora da**, 2004.

KIMURA, Rafael Kobata. PIASSI, Luís Paulo. Os múltiplos sóis: a arte-ciência da astronomia e da ficção científica na difusão da ciência. **Revista Latino Americana de Educação em Astronomia**, n. 25, 2018. Disponível em: <http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/309>. Acesso em 08 maio 2019.

LIMA, Clara Tereza dos Santos. SANTOS, Wilma Machado Soares. Modelos cosmológicos: Uma apresentação introdutória. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais**. Sociedade Brasileira de Física, 2005. Tema: Licenciatura em física, cosmologia, física moderna. Área: Formação do professor de física, p. 1-4. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0370-3.pdf>. Acesso em: 02 maio 2019.

MARQUES, Joana Brás Varanda. **Educação não-formal e divulgação da astronomia no Brasil: atores e dinâmica da área na perspectiva da complexidade**. 2017. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017. Disponível em: <http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/educacao-nao->

formal-e-divulgacao-de-astronomia-no-brasil-atores-e-dinamica-da-area-na-perspectiva-da-complexidade. Acesso em: 08 maio 2019.

MARTINS, Claudio Souza. **O planetário: Espaço educativo não formal qualificando professores da segunda fase do ensino fundamental para o ensino formal**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pró Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2009. Disponível em: <http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/o-planetario-espaco-educativo-nao-formal-qualificando-professores-da-segunda-fase-do-ensino-fundamental-para-o-ensino-formal>. Acesso em: 01 maio 2019.

MIRANDA, Elisangela Matias. **Estudo das concepções de professores da área de Ciências Naturais sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/SCAR_5919884c3b21b54bfaf0c8e5896db1a6. Acesso em: 19 junho 2019.

MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro *et al.* A motivação dos alunos num contexto de leitura de texto de divulgação científica. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais**. Sociedade Brasileira de Física, 2005. Tema: Vigotski, motivação, divulgação científica. Área: Didática da física, materiais, métodos, estratégias e avaliação, p. 1-4. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0594-1.pdf>. Acesso em 02 maio 2019.

NASCIMENTO JUNIOR, Francisco De Assis. PIASSI, Luís Paulo C. Da conquista do espaço aos buracos de minhoca: A astronomia nas histórias em quadrinhos de ficção científica. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA*, 1., 2011, Rio de Janeiro. **Atas do [...]**. Sociedade Astronômica Brasileira, 2011. Tema: Ficção científica, história em quadrinhos, ensino de astronomia, p. 1-12. Disponível em: https://www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SNEA2011_TCO8.pdf. Acesso em: 02 maio 2019.

OLIVEIRA, Gesoaldo Maia de. **O ensino de ciências em planetários: perspectivas interdisciplinares sobre as sessões de cúpula**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/o-ensino-de-ciencias-em-planetarios-perspectivas-interdisciplinares-sobre-as-sessoes-de-cupula>. Acesso em 01 maio 2019.

PEREIRA, Moisés Lobo D'Almada Alves. OLENKA, Laudileni. OLIVEIRA, Paloma Emanuelle Duarte Fernandes. Física em ação através de tirinhas e histórias em quadrinhos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 33, n. 3, pág. 896-926. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p896>. Acesso em 02 junho 2019.

PIASSI, Luís Paulo de Carvalho. A ficção científica como elemento de problematização na educação em ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Física**,

vol. 21, n. 3. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132015000300016&lng=en&nrm=iso. Acesso em 20 maio 2019.

PIASSI, Luís Paulo de Carvalho. **Contatos: A Ficção Científica no Ensino de Ciências em um contexto sociocultural**. 2007. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/contatos-a-ficcao-cientifica-no-ensino-de-ciencias-em-um-contexto-sociocultural>. Acesso em 08 maio 2019.

PIASSI, Luís Paulo. SOUZA, Rosana Marques de. Conceitos de astronomia na série Lucky Starr de Isaac Asimov. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2., 2012, Rio de Janeiro. **Atas do [...]**. Sociedade Astronômica Brasileira, 2012. Tema: Literatura infanto juvenil, ficção científica, astronomia, p. 191-200. Disponível em: https://www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SNEA2012_TCO11.pdf. Acesso em: 02 maio 2019.

ROMANZINI, Juliana. **Construção de uma sessão de cúpula para o ensino de física em um planetário**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011. Disponível em: <http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/construcao-de-uma-sessao-de-cupula-para-o-ensino-de-fisica-em-um-planetario>. Acesso em 01 maio 2019.

SANTOS, Dionei Ruã do. **Ensino de ciências da natureza aos alunos surdos**. Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2017.

SILVA, Luciene de Fátima *et al.* A física nos filmes de ficção científica: uma proposta de motivação para o estudo da física. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais**. Sociedade Brasileira de Física, 2005. Tema: Ciência e ficção científica, módulo de estudo, metodologia alternativa. Área: Tecnologias (laboratório, vídeo e informática) no ensino de física, p. 1-4. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0196-1.pdf>. Acesso em 02 maio 2019.

SILVEIRA, Fernando Lang. A metodologia dos programas de pesquisa: A epistemologia de Imre Lakatos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol.13, n. 3, p 219-230. 1996. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7047/6523>. Acesso em: 2 junho 2019.

SKOLIMOSKI, Kellen Nunes. **Cosmologia na teoria e na prática: possibilidades e limitações no ensino**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-09042015-154106/pt-br.php>. Acesso em: 01 maio 2019.

SOUZA, Carlos Alberto Loiola de. **Carl Sagan: a exploração e colonização de planetas ficção científica, ciência e divulgação**. 2006. Dissertação (Mestrado em

História da Ciência) – Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/13337>. Acesso em 08 maio 2019.

TERNING, John. VERHAAREN, Crhistopher B. ***Detecting Dark Matter with Aharono-Bohm***. 2019. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1906.00014.pdf>. Acesso em: 19 junho 2019.

VARGAS, Fabiano Cipreste *et al.* Utilização de sistema de questionário online como ferramenta para interação com o público e avaliação de sessões do planetário de Vitória: Resultados e Perspectivas. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2.*, 2012, Rio de Janeiro. **Atas do [...]**. Sociedade Astronômica Brasileira, 2012. Tema: Ensino de astronomia, uso de TICs em avaliação, avaliação em espaços não formais, avaliação em planetários, p. 731-739. Disponível em: https://www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SNEA2012_TCO28.pdf. Acesso em: 02 maio 2019.

APÊNDICE I – ROTEIRO DA HISTÓRIA EM QUADRINHOS

Este é um roteiro para a HQ que traz as ideias mais marcantes para a narrativa, posteriormente serão adicionadas mais falas para os personagens.

Apresentação das personagens antes da história, com desenhos de corpo inteiro e as descrições abaixo:

Pesquisadora (Yumi Yshikawa): Perfil de cientista louca, egocêntrica e muito competitiva, acha que está sempre certa e vai encontrar todas as respostas que procura. É fofa e simpática com aqueles que ela não considera rivais. Não utiliza de formas antiéticas em seu trabalho, quando falha se sente uma fracassada, mas logo se recompõe devido ao seu orgulho e competitividade. Acredita que o problema da matéria escura se resolverá com uma simples mudança de sinal ou rearranjo de equações, porém não é capaz de demonstrar isso. Trabalha no Instituto de física do ILC.

“Não existe algo como o destino, há apenas o caos.”

“Se a entropia estiver a meu favor...”

Pesquisador rival (Satoshi Satou): A característica mais marcante nele é a falsidade, ele basicamente se finge de bonzinho sempre, mas na verdade esconde pensamentos perversos, trata todo mundo bem, mas vai fazer de tudo para conseguir o que quer, desde de traição, plágio, furto, etc. Entende de programação e acha que tudo se resolve com simulações, tem certo desprezo por experimentos que parecem muito simples, adora um acelerador de partículas e espera ansiosamente por uma confirmação de existência de matéria escura. Trabalha no Instituto de Física do ILC.

Yumi Kyouma e Hououin Hana apelidos

Neurocientista (Hitomi Hana): Trabalha com pesquisa em ciências neurais no Instituto de Neurociência do Japão. É calma e tranquila e está sempre disposta a ajudar os outros, é amiga de Yumi, elas estudaram juntas no colegial.

Pesquisador (Kenichi Takeda): Foi o orientador do doutorado de Yumi e atualmente trabalha no Instituto de Física do ILC. Como o significado de seu nome prediz, ele é sábio e modesto.

Personagem feito de matéria escura (Drakumata): Corpo de fantasma e cabeça de gato. “Você sabe o que é a quebra da quarta parede? Eu sou de matéria escura então posso ir a qualquer lugar e falar com qualquer pessoa, inclusive com você”. Mostra um mapa de onde estamos no universo, Planeta Terra, Sistema Solar, Via Láctea, Grupo local de galáxias e estrutura do universo.

Drakumata fará o papel de personagem narrador feito de matéria escura “animalzinho fofo” que fala sobre os humanos e o que eles não sabem de matéria escura, mostra pesquisadores e pesquisas. Explica como a ciência funciona e fala sobre paradigmas e a história da pesquisa em matéria escura. Quebra a quarta parede falando que não existem experimentos cruciais como o da narrativa apresentada na HQ.

Drakoken: Também é feito de matéria escura e possui a aparência de um guerreiro de armadura. Possui ligação com Satoshi.

Nyuron: Feito de matéria escura, possui forma parecida com um neurônio. Tem ligação com Hitomi.

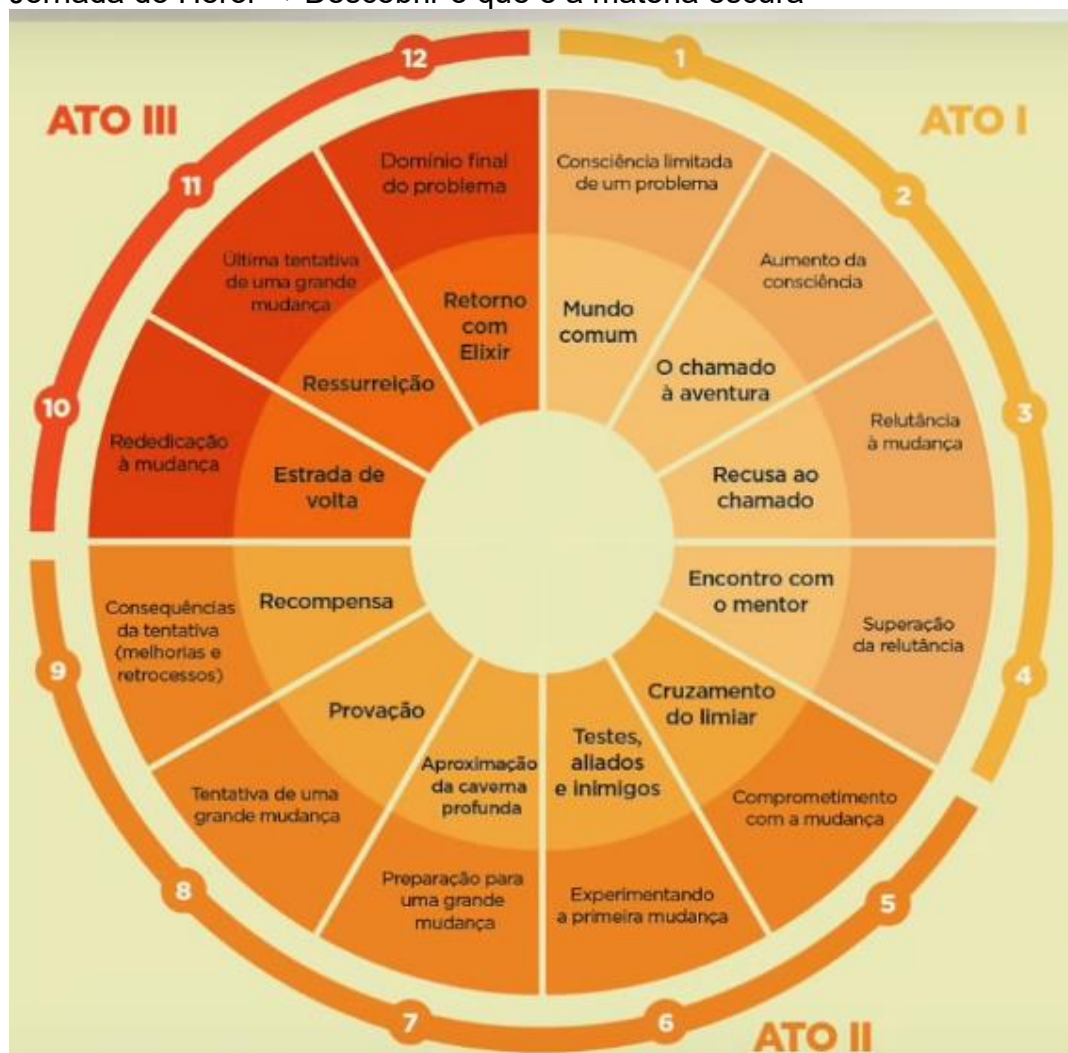
Brakumajiku: Ser de matéria escura ligado a Kenichi, possui a aparência de um mago.

O roteiro foi feito baseando-se na Jornada do Herói, que constitui um padrão de acontecimentos utilizado por desenvolvedores de jogos, filmes, histórias em quadrinhos, animações, etc.

Título: A matéria imaginária

Capa: Desenho com todos os personagens, com Yumi, Satoshi e seus respectivos amigos imaginários em evidência, ao fundo o restante dos personagens e a estrutura do universo em grande escala misturada com um desenho dos neurônios do cérebro.

Jornada do Herói → Descobrir o que é a matéria escura



Ato I

Mundo comum -> Yuumi participa de uma entrevista de divulgação científica e fala sobre conceitos básicos que envolvem a matéria escura (movimento dos planetas e lei de conservação) e fala sobre sua pesquisa, matéria escura relacionada com a energia escura, explicando a diferença entre as duas e fala sobre a constante cosmológica, e que a massa negativa resolveria o problema.

Na entrevista, Satoshi também está presente e fala sobre a alternativa dos fótons escuros massivos com monopolo magnético que poderiam ser partículas de matéria escura.

2 páginas e meia

A chamada -> Encontra um ser de matéria escura, a Drakumata e quer descobrir o que ele é ou até mesmo se realmente tem relação com a matéria escura, quando ela

tenta acidentalmente empurrar o ser ele é jogado em sua direção, isso condiz com a massa negativa.

Recusa ao chamado -> Sente-se incapaz de comprovar que aquele ser tem alguma relação com a matéria escura, além disso, acha que está louca.

Mentoria (motivos que a levam a aceitar o chamado) -> Aparecem notícias (mostrar propaganda de calçados femininos confortáveis para o trabalho <https://www.lojadoctorpe.com.br/sapatilha-confortavel-preta-22090-pt>) de pessoas com “amigos imaginários” que não aparecem em fotos, isso significa que cada pessoa vê a matéria escura de uma forma diferente (relação da estrutura do universo com o cérebro). Conversa com o seu antigo orientador do doutorado, Kenichi, sobre a possibilidade de existir uma relação entre a matéria escura e essas ilusões, ele diz que primeiro devemos detectar a matéria escura para analisar se essa relação existe e deve-se estudar o cérebro de uma pessoa afetada por esse fenômeno e porque só agora?

1 pagina e meia

Ato II

Cruzamento do primeiro portal -> Interagindo com o ser de matéria escura Yumi descobre que Drakumata pode manipular a gravidade, pode aparecer ou desaparecer manipulando a densidade de suas partículas, pode criar pequenas singularidades nesse processo, que desaparecem em poucos segundos.

1 pagina

Provações, aliados e inimigos -> Ela vai até o acelerador de partículas (ILC) <https://universoracionalista.org/o-colisor-que-poderia-salvar-a-fisica/>, entra em conflito com o Satoshi que diz a ela que ela está louca “Alegações extraordinárias exigem evidências extraordinárias” (Carl Sagan). Aprende a lidar com o acelerador.

Discussão:

Yuumi: Meu amigo imaginário me disse que possui massa negativa

Satoshi: Ah, que engraçado o meu me disse que é de fótons escuros com monopólio magnético.

1 pagina

Aproximação -> Eles conseguem detectar matéria escura no acelerador linear de partículas e elas possuem características de partículas de massa negativa e não de fótons massivos, e são constituídas de dipolos magnéticos e não monopolos.

1 pagina

Satoshi tenta copiar o trabalho de Yumi, entra na sala dela e tenta hackear o computador dela, os artigos estavam no computador. Drakuken está na porta impedindo a entrada, ocorre uma luta entre ele e Drakumata, a amiga imaginária de Yumi consegue derrotá-lo e ela entra na sala e percebe o que Satoshi estava tentando fazer.

1 pagina

Provação difícil ou traumática ->

Hitomi: Vocês é que estão criando esses seres de matéria escura, pode até ser uma interação do cérebro com essas partículas misteriosas, mas foram vocês que criaram eles, por isso só a Yuumi consegue ver o amigo imaginário dela e o Satoshi ver o dele.

Ela precisa provar que a matéria escura detectada no acelerador tem a ver com o fenômeno dos amigos imaginários, para isso ela pede ajuda de sua amiga Hitomi e elas fazem uma ressonância magnética utilizando uma cobaia. Descobre que o fenômeno dos amigos imaginários foi causado pela divulgação de sua pesquisa sobre matéria escura, as pessoas passaram a acreditar na existência de uma

matéria exótica o que possibilitou a criação desses seres pelos cérebros das pessoas.

Recompensa -> Através dos testes tudo indica que os amigos imaginários são uma interação da matéria escura com as ondas cerebrais.

Hitomi: Se a consciência é uma consequência da entropia das redes neurais, e a matéria escura organizou essas redes, seria a nossa consciência norteadada pela matéria escura?

2 paginas

Ato III

Retorno -> Saem notícias sobre a pesquisa que foi feita.

Ressureição (utilidade da descoberta) -> Mostra a cidade 30 anos depois.

Retorno com a fórmula -> Prêmio Nobel

1 pagina

APÊNDICE II – QUESTIONÁRIO

- 1) A definição de Ciência é difícil porque se trata de algo complexo e que se ocupa de muitas coisas, todavia, a Ciência é principalmente:
 - a) O estudo de áreas como a Biologia, a Química ou a Física.
 - b) Um corpo de conhecimentos, tais como leis e teorias, que explicam o mundo à nossa volta (a matéria, a energia).
 - c) A exploração do desconhecido e a descoberta de coisas novas sobre o nosso mundo e como elas funcionam.
 - d) O desenvolvimento de experiências com o objetivo de resolver problemas que afetam o mundo em que vivemos.
 - e) A invenção ou a criação de, por exemplo, corações artificiais, computadores ou veículos espaciais.
 - f) A descoberta e a utilização de conhecimentos para melhorar as condições de vida das pessoas (por exemplo, a cura de doenças, eliminação da poluição, desenvolvimento da agricultura).
 - g) Um conjunto de pessoas (os cientistas) que possuem ideias e técnicas para descobrir novos conhecimentos.
 - h) Ninguém pode definir Ciência.

- 2) A definição de Tecnologia é difícil porque ela atua em diversos segmentos da Sociedade. Todavia, a Tecnologia é principalmente:
 - a) Muito parecida com a Ciência.
 - b) A aplicação da Ciência.
 - c) Um conjunto de novos processos, instrumentos, máquinas, utensílios, aparelhos, computadores, coisas práticas que utilizamos no dia a dia.
 - d) A robótica, eletrônica, informática, automação.
 - e) Uma técnica para a resolução de problemas práticos.
 - f) Inventar, conceber e testar, por exemplo, corações artificiais, computadores, veículos espaciais.
 - g) Um conjunto de ideias e técnicas para a concepção de produtos, para a organização do trabalho das pessoas, para o progresso da Sociedade.
- 3) Algumas culturas têm pontos de vista particulares em relação à natureza e ao homem. Os cientistas e as pesquisas científicas são afetados pelas visões religiosas ou éticas que caracterizam a cultura do local onde o trabalho é realizado.

Visões religiosas ou éticas influenciam a pesquisa científica:

 - a) Porque algumas culturas desejam que a pesquisa realizada seja específica para seu próprio benefício.
 - b) Porque os cientistas podem escolher inconscientemente pesquisas que apoiariam sua cultura.
 - c) Porque a maioria dos cientistas não faz pesquisa que vá contra a sua educação ou suas convicções.
 - d) Porque todos são diferentes no modo de reagir culturalmente. São essas diferenças individuais dos cientistas que influenciam o tipo de pesquisa a ser feita.
 - e) Porque os grupos mais poderosos que representam convicções culturais, políticas ou religiosas apoiarão frequentemente determinados projetos de pesquisa ou até mesmo impedirão que determinada pesquisa ocorra.

As visões religiosas ou éticas não influenciam a pesquisa científica:

- f) Porque a pesquisa continua, apesar dos conflitos entre cientistas e determinados grupos culturais ou religiosos (por exemplo, conflitos sobre as alternativas para explicar matéria escura).
- g) Porque os cientistas pesquisarão os assuntos que são importantes para eles e para a Ciência, não considerando visões culturais ou éticas.
- 4) Quando os cientistas não conseguem encontrar um consenso sobre um assunto (por exemplo, sobre os alimentos transgênicos serem ou não nocivos), isso se deve à não-disposição de todos fatos, não tendo nada a ver com a ética (postura correta ou errada) nem com motivações pessoais (agradar a quem está financiando a pesquisa).

Podem não encontrar consenso sobre um determinado assunto:

- a) Porque nem todos os fatos foram descobertos. A Ciência baseia-se nos fatos observáveis.
- b) Porque cada cientista está atento a fatos distintos. A opinião científica é inteiramente baseada no conhecimento dos fatos por parte dos cientistas e não é possível dispor de conhecimentos de todos os fatos.
- c) Porque os cientistas interpretam os fatos de modo diferente, à luz de diferentes teorias científicas, e não por efeito de valores morais ou motivos pessoais.
- d) Sobretudo, porque os cientistas não dispõem de todo o conhecimento sobre os fatos, mas, em parte, porque diferem em termos de opiniões pessoais, valores morais ou motivos pessoais.
- e) Por um grande número de razões, como falta de fatos, desinformação, teorias diferentes, opiniões pessoais, valores morais ou motivos pessoais.
- f) Sobretudo porque existem diferenças em termos de opiniões pessoais, valores morais ou motivos individuais.
- g) Porque os cientistas são objeto de influências e pressões por parte do Governo e de empresas.
- 5) Os cientistas não deveriam cometer erros em seu trabalho, porque tais erros atrasam os avanços da Ciência.
 - a) Os erros atrasam o avanço da Ciência. As informações equivocadas podem conduzir a falsas conclusões. Se os cientistas não corrigem imediatamente os erros de seus resultados, a Ciência não avança.
 - b) Os erros atrasam o avanço da Ciência. As novas Tecnologias e equipamentos reduzem os erros melhorando a precisão e assim a Ciência avançará mais depressa.

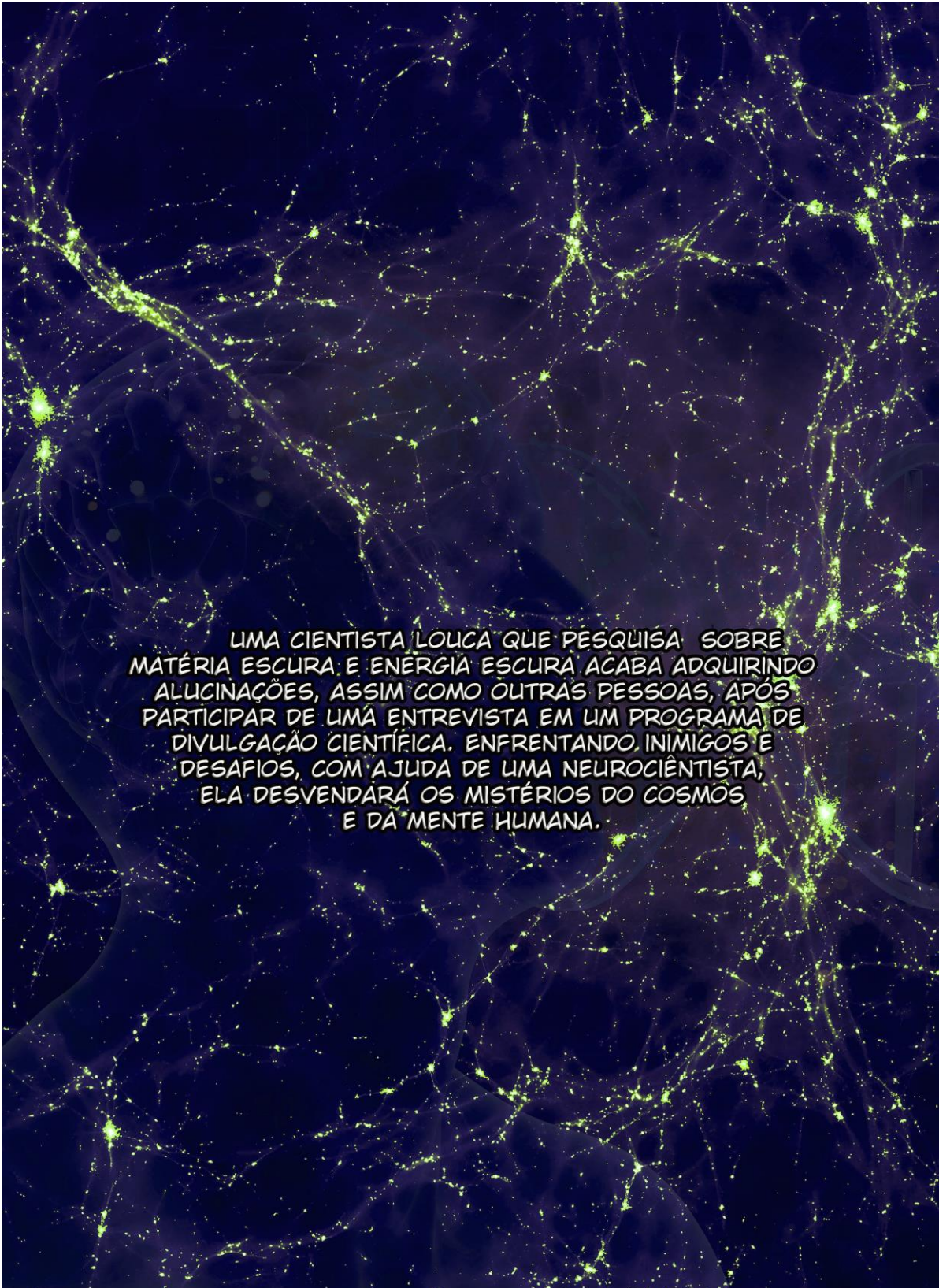
Os erros não podem ser evitados:

- c) Assim, os cientistas reduzem os erros verificando os resultados uns com os outros até que um acordo seja alcançado.
- d) Alguns erros podem atrasar os avanços da Ciência, porém outros podem conduzir a novas descobertas ou avanços. Desse modo, os cientistas aprendem com seus erros e os corrigem, fazendo a Ciência progredir.
- e) Na maioria dos casos, os erros ajudam a Ciência a avançar. Isso ocorre pela identificação e correção dos erros do passado.
- 6) A matéria escura é feita de:
 - a) Seres imaginários resultantes da interação da matéria escura com o cérebro.
 - b) Partículas com massa negativa.
 - c) Fótons massivos com monopolo magnético.
 - d) Ainda é um mistério da cosmologia.
- 7) Você consultou os sites recomendados ao final da História em Quadrinhos?

- a) Sim.
- b) Não.
- 8) Qual seria o principal objetivo da construção do Colisor Linear Internacional (ILC)?
 - a) Descartar programas de pesquisa.
 - b) Encerrar disputas entre cientistas pesquisadores.
 - c) O avanço da ciência.

APÊNDICE III – HISTÓRIA EM QUADRINHOS





LIMA CIENTISTA LOUCA QUE PESQUISA SOBRE
MATÉRIA ESCURA E ENERGIA ESCURA ACABA ADQUIRINDO
ALUCINAÇÕES, ASSIM COMO OUTRAS PESSOAS, APÓS
PARTICIPAR DE UMA ENTREVISTA EM UM PROGRAMA DE
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA. ENFRENTANDO INIMIGOS E
DESAFIOS, COM AJUDA DE UMA NEUROCIENTISTA,
ELA DESVENDARÁ OS MISTÉRIOS DO COSMOS
E DA MENTE HUMANA.

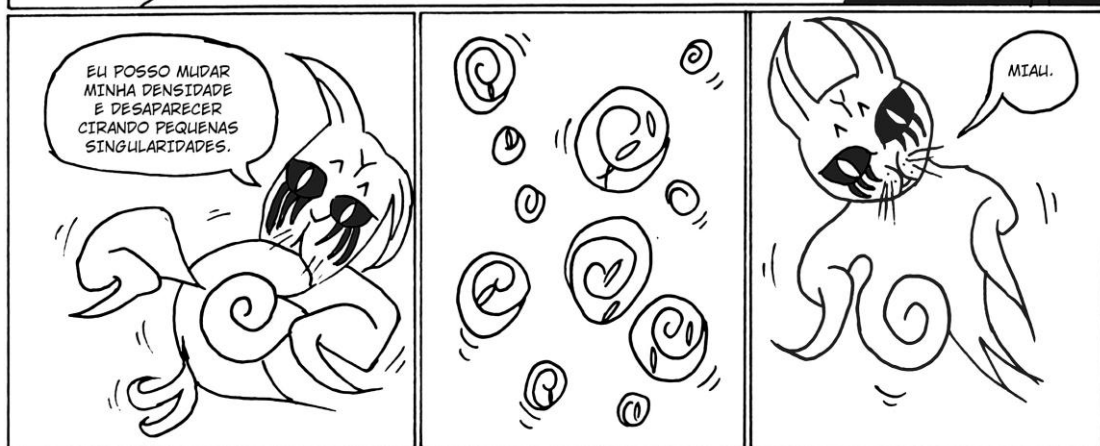
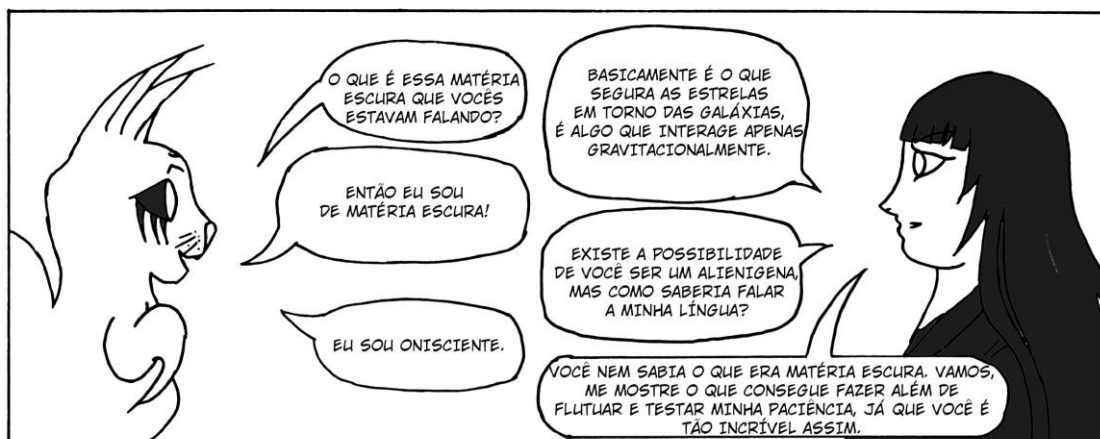


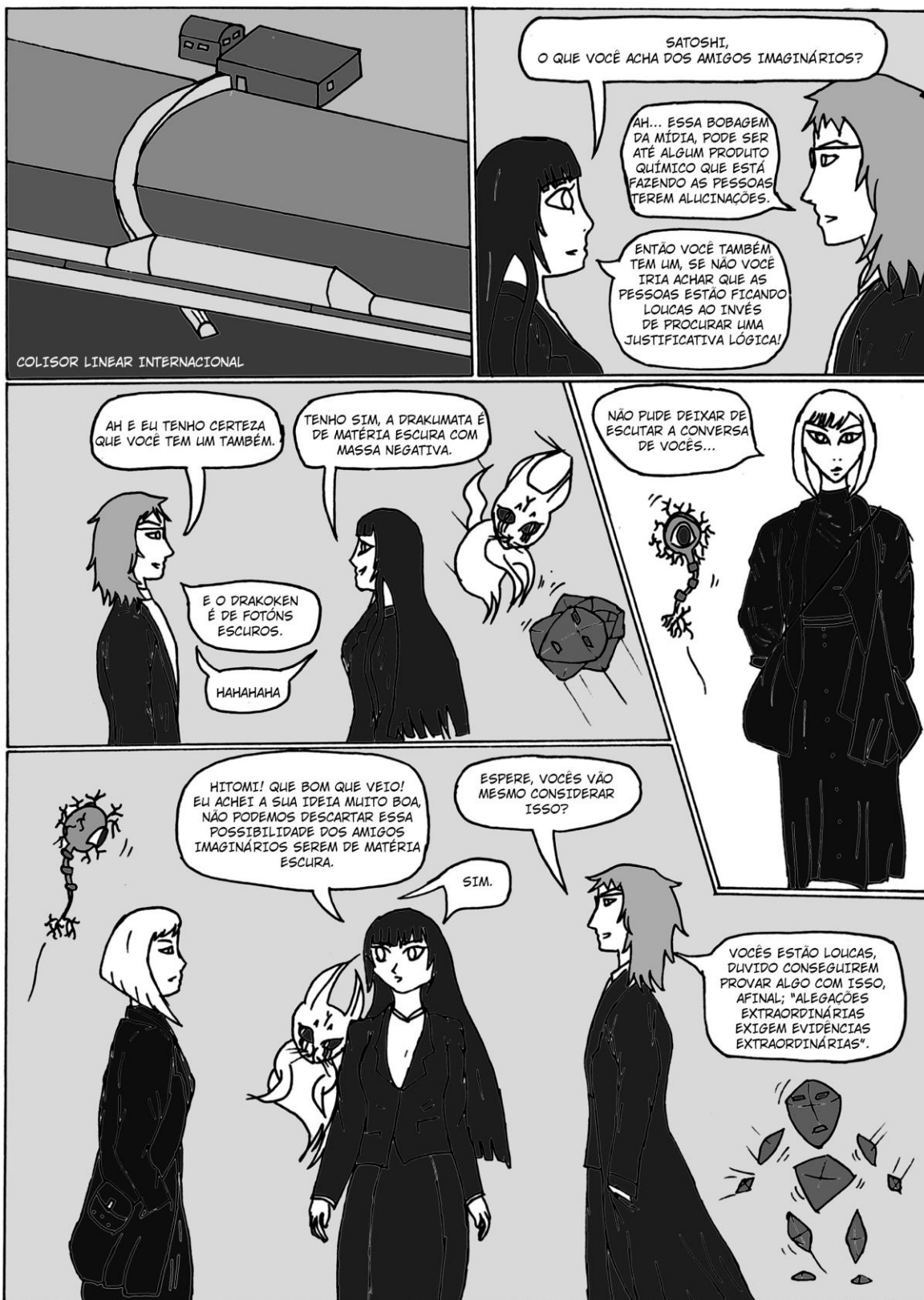


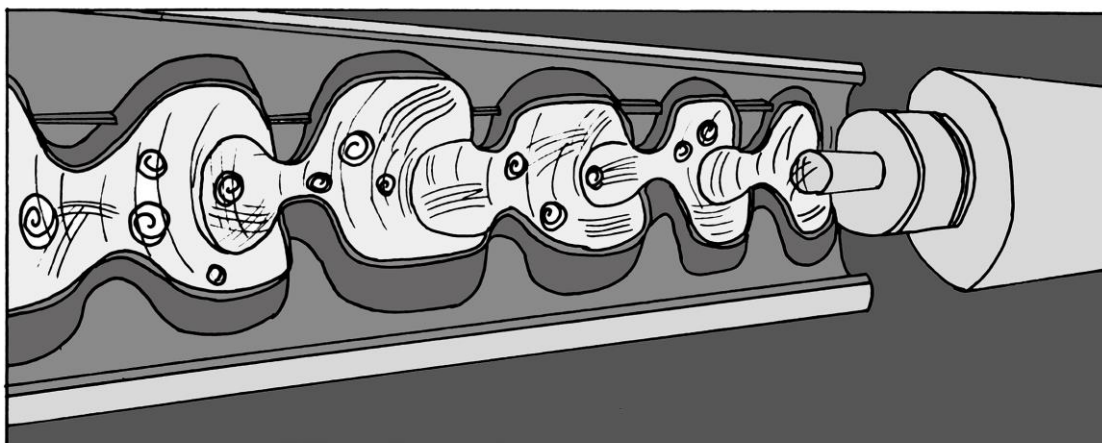


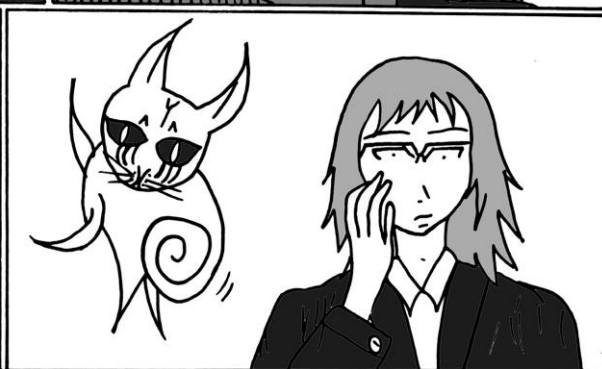


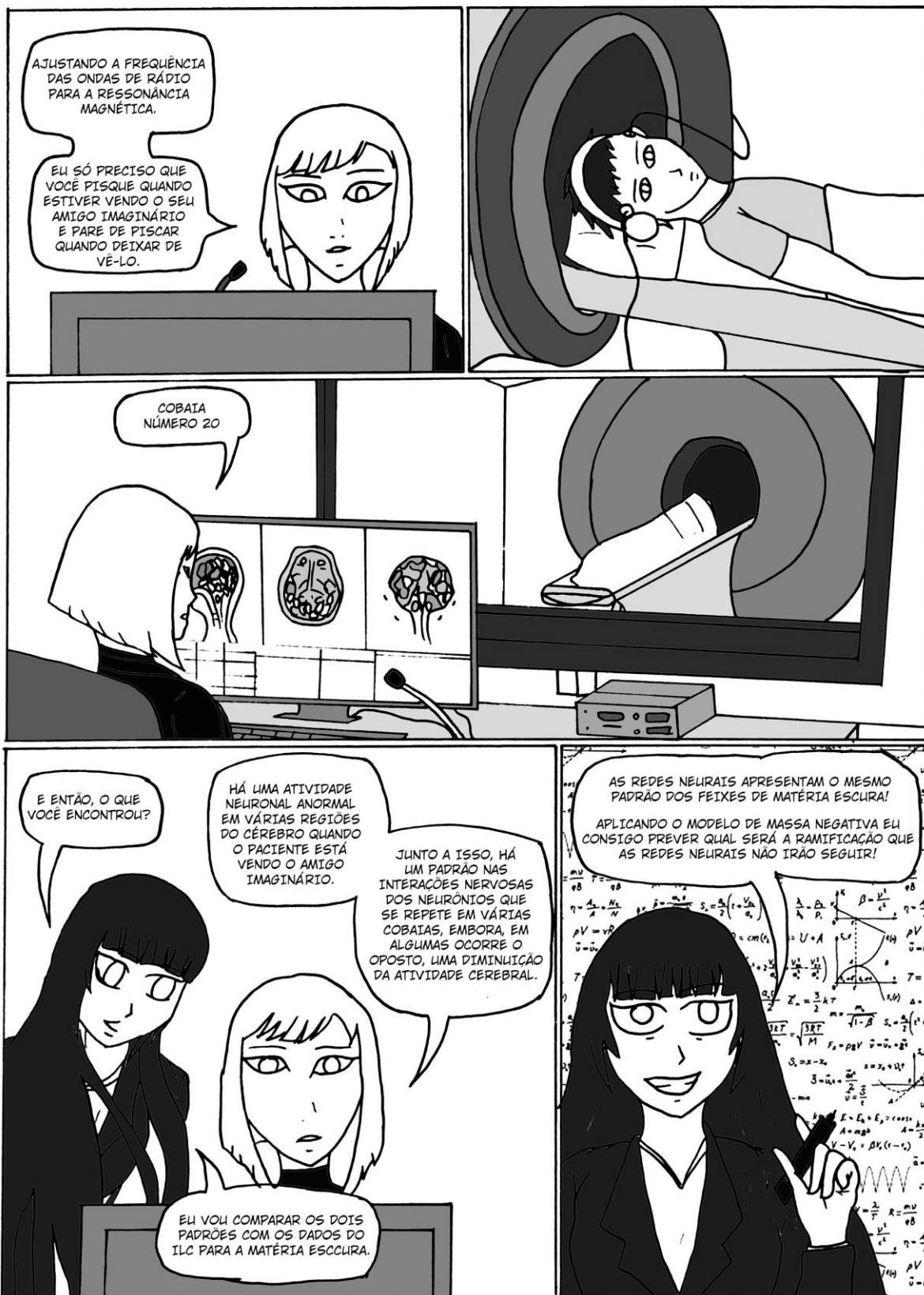


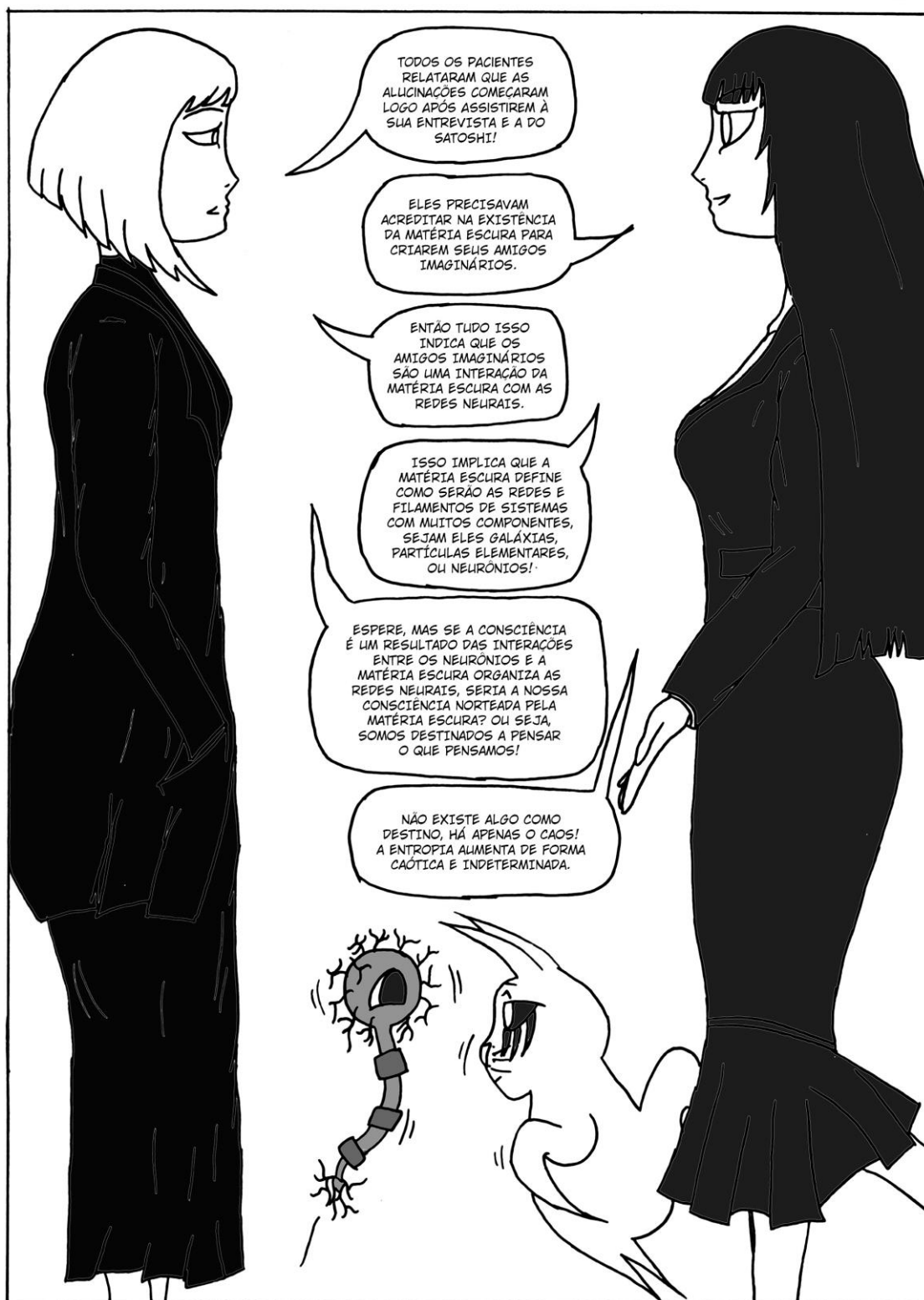












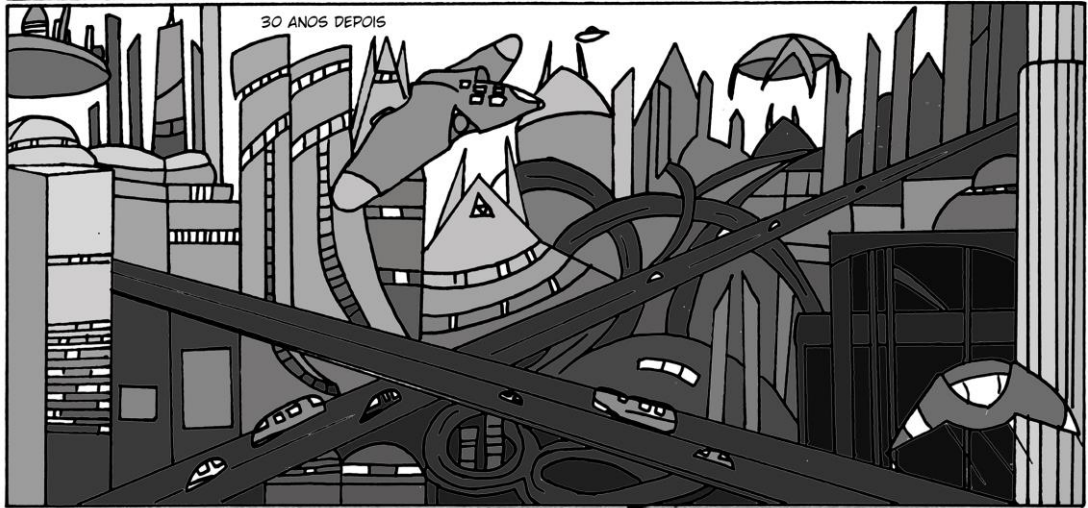
架空の友達

暗黒物質

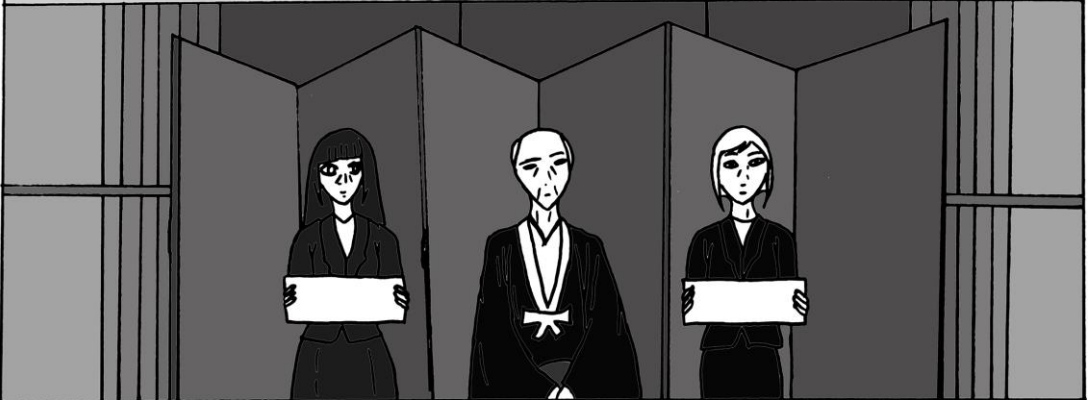
FOI DESCOBERTA UMA NOVA PARTÍCULA NO ILC CAPAZ DE RESOLVER O MISTÉRIO DA MATÉRIA ESCURA E ENERGIA ESCURA.

ACREDITA-SE QUE A MATÉRIA ESCURA TENHA CAUSADO O FENÔMENO DOS AMIGOS IMAGINÁRIOS ATRAVÉS DE UMA INTERAÇÃO COM AS REDES NEURAIS.

A MATÉRIA ESCURA ALÉM DE INTERAGIR GRAVITACIONALMENTE, INTERFERE EM SISTEMAS COM MUITOS COMPONENTES, COMO O UNIVERSO E O CÉREBRO HUMANO, TESTES ESTÃO SENDO FEITOS EM ANIMAIS, MAS OS RESULTADOS AINDA SÃO INCONCLUSIVOS.



東久通空文化振興授子式



QUER SABER MAIS?
CONSULTE OS ARTIGOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA:

O QUE É MATÉRIA ESCURA?
[HTTP://ENCURTADOR.COM.BR/HMWF9](http://encurtador.com.br/HMWF9)

O COLISOR QUE PODERIA SALVAR A FÍSICA
[HTTP://ENCURTADOR.COM.BR/QLDMN](http://encurtador.com.br/QLDMN)

CIENTISTAS CRIAM OBJETO COM MASSA NEGATIVA
[HTTP://ENCURTADOR.COM.BR/LNSR6](http://encurtador.com.br/LNSR6)

MONOPOLOS MAGNETICOS
[HTTP://ENCURTADOR.COM.BR/FGVXI](http://encurtador.com.br/FGVXI)

A CONSIÊNCIA E A ENTROPIA
[HTTP://ENCURTADOR.COM.BR/JPVCY](http://encurtador.com.br/JPVCY)

REFERÊNCIAS:

FARNES, J. S. A UNIFYING THEORY OF DARK ENERGY AND DARK MATTER: NEGATIVE MASSES AND MATTER CREATION WITHIN A MODIFIED Λ CDM FRAMEWORK. *ASTRONOMY & ASTROPHYSICS*, VOL. 620, N. A92. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.AANDA.ORG/ARTICLES/AA/FULL_HTML/2018/12/AA32898-18/AA32898-18.HTML](https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2018/12/aa32898-18/aa32898-18.html). ACESSO EM: 20 MAIO 2019.

TERNING, JOHN. VERHAAREN, CHRISTOPHER B. DETECTING DARK MATTER WITH AHARONO-BOHM. 2019. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://ARXIV.ORG/PDF/1906.00014.PDF](https://arxiv.org/pdf/1906.00014.pdf). ACESSO EM: 19 JUNHO 2019.

CRÉDITOS DE IMAGENS:

ANDREW PONTZEN AND FABIO GOVERNATO

KJ PARGETER

