



CONTOS DE FICÇÃO CIENTÍFICA COMO RECURSO PEDAGÓGICO PARA O ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA.

Luís Fernando Gomes Fernandes

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Prof. Dr. Alexsandro Pereira Lima

Mossoró

Outubro 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

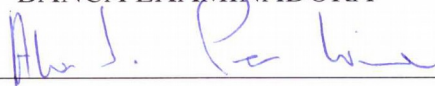
Luís Fernando Gomes Fernandes

**CONTOS DE FICÇÃO CIENTÍFICA COMO RECURSO PEDAGÓGICO PARA
O ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

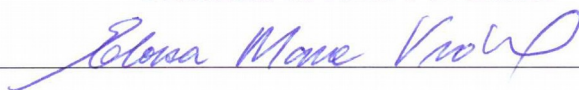
Aprovada em: 16/10/2015

BANCA EXAMINADORA



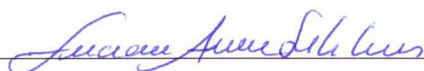
Prof. Dr. Alexandre Pereira Lima – UFERSA

Presidente da banca e orientador



Profa. Dra. Eloisa Maia Vidal – UECE

Membro externo à Instituição



Profa. Dra. Luciana Angélica da Silva Nunes – UFERSA

Membro interno

FICHA CATALOGRÁFICA

© Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Câmpus Pau dos Ferros (BCPDF)
Setor de Informação e Referência

F363c Fernandes, Luís Fernando Gomes.

Contos de ficção científica como recurso pedagógico para o ensino de física e astronomia/ Luís Fernando Gomes Fernandes -- Mossoró, 2015.
146f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Alexsandro Pereira Lima

Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino em Física) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

1. Física. 2. Método de ensino. 3. Astronomia. 4. Ficção científica - contos I. Título.

RN/UFERSA/BCPDF

CDD: 530

Bibliotecário: Eugênio Pacelli Ferreira da Costa
CRB-15/658

*Aos meus pais Ana Sefisa e Fernando Antônio,
que me possibilitaram participar desta aventura
insana que é a vida*

*A Dayane Evellin, companheira, inspiração e
maior incentivadora da minha luta pela
Educação*

Agradecimentos

À minha falecida mãe, Ana Sefisa, ainda que tenha estado comigo por muito menos tempo que o justo, deixou um legado que transcende a existência.

Ao meu pai, Seu Fernando Antônio, que suportou uma perda irreparável, e com todas as dificuldades e contratempos continua ao lado de seus filhos.

À Dayane Evellin, companheira de vida e de luta que nunca me deixou desanimar em nossa luta pela educação.

Aos meus avós, que junto com meu pai me criaram e me trouxeram até aqui.

Aos meus irmãos Lívia, Rafael e Marcos que mesmo de longe sempre apoiaram meus projetos.

À Dona Neirilene, Seu Ivan, Andressa e às minhas tias da família Pereira, que não são de sangue, mas de coração, que tem igual valor.

Ao professor Alexsandro Pereira Lima, que acreditou desde o início em minha proposta e deu todo o apoio necessário para que ela acontecesse.

Ao meu amigo Alexandre Melo, pela consultoria sobre o mundo da ficção científica, pela troca de ideias e pela disponibilidade sempre que solicitado.

A todos os meus amigos, em especial, Ana Lídia, Andressa, Elvira, Suéllen, Manu, Lucas, Raul e Cleuton, que sempre me deram força e trouxeram momentos de descontração quando eles foram essenciais.

À coordenação do curso, pelo compromisso e pela luta a favor deste mestrado e de seus mestrandos.

Aos meus amigos/colegas de turma deste curso de mestrado, por fazerem os 500 Km percorridos semanalmente e os demais momentos nesta jornada valerem a pena.

Aos meus colegas de profissão, em especial, aos professores e funcionários da Escola de Ensino Fundamental e Médio Joaquim Alves que estiveram comigo nestes últimos anos.

Aos alunos do Joaquim Alves de quem sempre me contagiaram com o ímpeto da juventude.

Aos colegas do curso de Especialização em Ensino de Física da UFC, que lutam comigo pelo aprimoramento do Ensino da Física.

À professora Eloísa Maia Vidal, por ser um referencial em minha carreira acadêmica.

À professora Luciana da Silva Nunes por, aceitar avaliar esta dissertação

A CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

“O maior bem do homem é uma mente inquieta.”

(Isaac Asimov)

RESUMO

CONTOS DE FICÇÃO CIENTÍFICA COMO RECURSO PEDAGÓGICO PARA O ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA.

Luís Fernando Gomes Fernandes

Orientador:

Prof. Dr. Alexsandro Pereira Lima

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

A área de Ensino de Ciências conta com um extenso referencial bibliográfico que discute a utilização da literatura como ferramenta didática. O presente trabalho pretende incorporar-se a este conjunto tomando a utilização de contos de ficção científica como premissa para abordar conteúdos de astronomia nas aulas de física. Partimos do pressuposto que as competências ligadas à leitura e interpretação são fundamentais para o desenvolvimento do aluno em todas as disciplinas. Propomos a tomada desta responsabilidade também por parte dos professores de física. Em paralelo reforçamos a necessidade de maior inclusão de conteúdos de astronomia nas aulas de física como forma de modernizar o currículo do Ensino Médio. Para desenvolvimento e aplicação da pesquisa escolhemos dois, *A Última Pergunta* de Isaac Asimov e *O Planeta Pesado* de Milton Rothman. O primeiro é um dos mais conhecidos contos do autor e tem como tema central a evolução da humanidade e sua relação com a tecnologia como pano de fundo para a pergunta definitiva: seria possível reverter a entropia em seu estado máximo? O segundo é ambientado em um planeta fictício com condições de pressão atmosférica e de campo gravitacional muito maiores que as da Terra, e faz parte de uma coletânea organizada por Asimov que propõe possibilidades de utilização dos contos ali apresentados no ensino e aprendizagem de ciências. Para realizar uma análise literária das obras valemo-nos da semiótica de A. Greimas com a intenção de extrair seus principais elementos textuais e utilizá-los como aplicação didática. A etapa prática da pesquisa aconteceu na Escola de Ensino Fundamental e Médio Joaquim Alves, em Fortaleza, no estado do Ceará. Com base no que foi desenvolvido na escola estadual, elaborou-se a primeira parte do produto educacional desta dissertação, uma proposta de intervenção metodológica para utilização de contos em aulas de física e astronomia. A segunda parte do produto educacional consiste em um *podcast* sobre o mesmo tema da pesquisa, como forma de disseminar esta iniciativa e incentivar novas experiências semelhantes.

Palavras-chave: Ensino de Física, astronomia, conto de ficção científica.

Mossoró

Outubro 2015

ABSTRACT

CONTOS DE FICÇÃO CIENTÍFICA COMO RECURSO PEDAGÓGICO PARA O ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA.

Luís Fernando Gomes Fernandes

Supervisor(s):

Prof. Dr. Alexsandro Pereira Lima

Abstract of master's thesis submitted to Programa de Pós-Graduação em Física no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Mestre em Ensino de Física.

The field of Science Teaching has an extensive bibliographic reference that discusses the use of literature as a teaching tool. This paper aims to contribute to such bibliography by addressing the use of science fiction stories as a premise to approach Astronomy issues in Physics classes. We understand that skills related to reading and interpretation are key to the development of a student in all subjects. For that reason, we propose that Physics teachers also take responsibility for the development of such skills. In parallel, we reiterate the need to include more Astronomy's contents in Physics classes as a way to modernize the curriculum of high school. For the development and application of this research we chose two stories closely related to the renowned Isaac Asimov, "*The Last Question*" and "*Heavy Planet*". The first is one of the most well-known stories of the author. Its central theme is the evolution of humanity and its relationship with technology as a backdrop to the ultimate question: would it be possible to reverse the entropy in its maximum state? The second was written by Milton Rothman. It is set in a fictional planet with conditions of atmospheric pressure and gravitational field that are much larger than on Earth. The story is part of a collection organized by Asimov, which proposes ways of using those stories in the teaching of science. We use the semiotics of A. Greimans to make a literary analysis of those stories with a view to extract their most important textual elements and use them with a didactic application. The step of practical research of this inquiry was developed in the School Joaquim Alves (which includes elementary and high school), located at Fortaleza, Ceará (Brazil). The first part of the educational product of this dissertation a proposal of methodological intervention to use stories in Astronomy and Physics classes was based on what was developed in Joaquim Alves. The second part of the educational product of this dissertation is a podcast on the same issue, which aims to disseminate this initiative and stimulate new similar experiences.

Keywords: Physics education, astronomy, science fiction story

Mossoró

Outubro 2015

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Capa da revista Planet Stories.....	32
Figura 2 – Quadrado semiótico /bem/ versus /mal/.....	48
Figura 3 – Quadrado semiótico /mortalidade/ versus /eternidade/.....	76
Figura 4 – Gráfico quantitativo das respostas à questão 3.....	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FC	Ficção Científica
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais +
EM	Ensino Médio
FMC	Física Moderna e Contemporânea
SD	Sequência Didática

SUMÁRIO

Apresentação.....	16
Capítulo 1 Introdução.....	18
1.1 Astronomia no Ensino Médio.....	19
1.1.1 PCN, PCN+ e astronomia.....	21
1.2 A literatura de Ficção Científica e o ensino Física e Astronomia.....	23
Capítulo 2 A Ficção Científica.....	29
2.1 Origens.....	30
2.2 O que é Ficção Científica?.....	33
2.3 Algumas categorias para a Ficção Científica.....	34
Capítulo 3 O Gênero Conto.....	38
3.1 Um breve panorama.....	38
3.2 Poe e a teoria do conto.....	40
3.3 O conto de Ficção Científica e o Ensino de Física.....	41
3.4 Asimov e a aprendizagem em ciências.....	42
3.4.1 Para onde vamos?.....	43
Capítulo 4 Dando Sentido ao Texto.....	45
4.1 Nível fundamental.....	45
4.1.1 O quadrado semiótico.....	48
4.2 Nível narrativo.....	49
4.3 Nível discursivo.....	52
Capítulo 5 Metodologia.....	57
5.1 Classificando a pesquisa.....	57
5.1.1 Quanto a abordagem.....	58
5.1.2 Quanto ao procedimento técnico.....	58
5.1.3 Quanto aos objetivos.....	59
5.2 Ambiente, contexto e sujeitos da pesquisa.....	59
5.3 Delineamento metodológico da pesquisa.....	60
5.3.1 Sequência Didática.....	61
5.3.2 Aplicação das Sequências Didáticas.....	62
Capítulo 6 O Produto.....	65
6.1 Como escolher o conto.....	65
6.1.1 Roteiro simplificado para análise do conto.....	66
6.2 Conto 1: O Planeta Pesado de Milton Rothman.....	67
6.2.1 O enredo.....	69
6.2.2 Nível fundamental.....	69

6.2.3	Nível narrativo.....	70
6.2.4	Nível discursivo.....	71
6.2.5	Tópicos para sala de aula.....	72
6.2.5.1	O tamanho e massa do Planeta Pesado.....	73
6.2.5.2	Como enxergam os habitantes do Planeta Pesado?.....	74
6.2.5.3	Fundindo metal entre as mão.....	74
6.3	Conto 2: A Última Pergunta de Isaac Asimov.....	74
6.3.1	O enredo.....	74
6.3.2	Nível fundamental.....	75
6.3.3	Nível narrativo.....	77
6.3.4	Nível discursivo.....	77
6.3.5	Tópicos para sala de aula.....	79
6.3.5.1	Entropia e o cotidiano do aluno.....	79
6.3.5.2	O combustível das estrelas.....	79
6.3.5.3	Porque o tempo só anda para frente?.....	80
6.4	Podcast com forma de disseminar a iniciativa.....	80
6.4.1	Origem do termo.....	81
6.4.2	Aplicações educacionais do podcast.....	81
6.4.3	Contcast: literatura e ciência em foco.....	83
6.4.4	Divulgando o ContCast.....	84
Capítulo 7	Resultado e Avaliações.....	86
7.1	Análise das questões 1 a 4 do questionário prévio.....	86
7.2	Análise da questão 1 do questionário posterior.....	87
7.3	Resultados e avaliações da aplicação 1: O Planeta Pesado.....	88
7.3.1	Primeiro momento e questionário prévio.....	88
7.3.2	Interação à distância e questionário posterior.....	89
7.4	Resultados e avaliação da aplicação 2: A Última Pergunta.....	91
7.4.1	Primeiro momento e questionário prévio.....	91
7.4.3	Segundo momento e questionário posterior.....	92
7.5	Considerações finais sobre o Capítulo.....	93
	Considerações finais.....	94
	Referências Bibliográficas.....	97
	APÊNDICE A.....	104
	APÊNDICE B.....	106
	APÊNDICE C.....	107
	APÊNDICE D.....	108

APÊNDICE E.....	109
APÊNDICE F.....	112
ANEXO A.....	116
ANEXO B.....	129

Apresentação

Esta dissertação trata das possibilidades pedagógicas dos contos de ficção científica no ensino de física e astronomia. Partindo do pressuposto que as competências de leitura e interpretação são um elemento fundamental no aprendizado de qualquer disciplina. Através da aproximação entre áreas costumeiramente distanciadas na sala de aula, o intuito é oferecer apoio àquilo que pouco se considera na atividade de um professor de física, o incentivo a leitura. Em contrapartida a literatura oferece uma forma de fazer o aprendizado em ciência uma experiência mais próxima e significativa para o aluno.

Dividiu-se o trabalho em sete Capítulos. O Capítulo 1 apresenta a proposta, suas justificativas e seus objetivos. Traçou-se também neste Capítulo uma reflexão sobre a participação de conteúdos relativos à astronomia no Ensino Médio

O Capítulo 2 traz um panorama histórico e conceitual do gênero literário ficção científica. O intuito é fornecer ao leitor maior familiaridade com o tema.

Como o tipo de texto narrativo escolhido foi o conto, no Capítulo 3 seguiu-se os passos de Nádya B. Gotlib traçando um breve panorama sobre este gênero textual. Como a proposta é interligar mundos, conhecer minimamente aquele ao qual não se está familiarizado, é necessário.

Assim como no enredo de um dos contos abordados onde a humanidade desbrava e popula o Universo longínquo, o percurso segue por caminhos remotos àqueles aos quais transita-se usualmente. No Capítulo 4 foi lançado um ensaio sobre a análise semiótica a partir dos estudos de A. Greimas. A aspereza da tarefa foi amenizada pela revisão da bibliografia baseada nas obras de autores do ensino de física que também realizaram semelhante abordagem. Nesta etapa almejou-se estabelecer um referencial para análise dos textos como forma de identificar artifícios literários de modo a oferecer subsídios para uma análise científica.

O Capítulo 5 referencia, caracteriza e delimita a metodologia utilizada nesta investigação.

O Capítulo 6 traz o produto educacional associado a esta dissertação, que se divide em duas partes. A primeira consta do relato da experiência de pesquisa desde a análise semiótica até as sequências didáticas para sua aplicação. Com isto o professor que sentir-se motivado pode reproduzir como parte integrante de seu planejamento ou ainda oferecer novas observações a respeito da investigação. A segunda parte apresenta o viés digital de nossa proposta, a realização de um *podcast*. Mídia em formato de áudio em que a utilização dos contos de ficção científica no ensino de física e astronomia é discutida por uma bancada de participantes ligados as ciências físicas e astronômicas, à ficção científica e ao próprio ensino de física. O norte para nossos objetivos nesta segunda etapa do produto foi disseminar esta iniciativa possibilitando o compartilhamento de vivências semelhantes.

Por fim todos os passos deste percurso foram revisitados para apresentar as conclusões e as considerações finais do trabalho. Apontando aquilo que se pode evoluir a partir dos pressupostos adotados, das experiências vividas e dos avanços observados. Além disso, é deixado o indicativo de continuação do trabalho e outros possíveis produtos.

Capítulo 1

Introdução

Considero minha formação na educação básica essencialmente tradicional. Refiro-me a não ter experimentado formas alternativas ou metodologias diferenciadas de ensino-aprendizagem. Tradicional no sentido de a metodologia adotada por meus professores estar baseada em explanações para a turma e resolução de exercícios no quadro.

Durante este período a Física sempre me pareceu muito mais um fardo, que propriamente um deleite. Ao iniciar o curso de licenciatura em Física, minha busca sempre foi por uma forma de fazer com que a experiência de meus futuros alunos fosse mais enriquecedora que aquela que tive.

A forma de fazer isso nunca esteve muito clara até me deparar com o livro *Da Terra à Lua* de Júlio Verne, talvez um de meus primeiros contatos coma literatura de ficção científica. Vi de imediato nas palavras que lia uma estrutura narrativa que, se não me ensinava a ciência da maneira formal, me apresentava um posicionamento sobre esta, com o qual sentia-me tentado a argumentar. Apesar de não ter percebido, naquele momento, toda minha trajetória acadêmica e profissional havia tomado uma direção que se sobressairia sobre todas as outras.

Ensaiei um artigo sobre literatura de ficção científica e o ensino de Física para uma semana científica da própria Universidade Estadual do Ceará, onde cursei graduação, que nunca chegou a ser apresentado. Entretanto a pesquisa realizada para escrever tal texto me apresentou aos trabalhos de importantes autores da área como os professores Luis Paulo Piassi, João Zanetic e Mauricio Pietrocola. Estes até hoje são minhas as referências. Em meu trabalho de conclusão de curso da graduação não houve surpresas, a ficção científica e suas possibilidades para o ensino de Física e Ciências foram os temas abordados.

Para estudar uma forma de expressão cultural e suas aplicações didáticas há de se conhecer tal forma de expressão minimamente. Diante desta premissa e dos próprios referenciais adotados fui apresentado aos autores clássicos da FC, entre eles Isaac Asimov. O autor russo é sem dúvidas a maior fonte de inspiração para os textos que

produzi sobre o assunto. Não apenas por sua proeminência e indiscutível reconhecimento, mas por ser um dos primeiros a defender a ideia da FC como instrumento pedagógico.

Em paralelo a caminhada acadêmica iniciaram-se as atividades como professor, e tão logo comecei a enveredar pelos caminhos que aproximavam a arte, a ciência e o ensino, trouxe esta bagagem também para a sala de aula. A primeira tentativa, antes mesmo de utilizar longas-metragens, foi com o conto *O Segredo* de Arthur C. Clarke, fruto da leitura do artigo *Quem conta um conto aumenta um ponto também em Física* dos professores Piassi e Pietrocola.

Tratou-se apenas da aplicação de uma proposta apresentada pelos autores, porém foi muito importante para sedimentar esta iniciativa em minha experiência. Deste ponto em diante vários outros momentos vieram, outras formas de abordagem, outros gêneros. Sempre recorrendo ao elemento cultural para tornar o ato de ensinar e o aprender física algo que tivesse significado lógico e emocional para o professor e para os alunos.

Deste modo as páginas que se seguem não representam uma escolha isolada para o projeto de dissertação deste mestrado, mas um histórico de vivência dedicado a educação, a divulgação da ciência e ao incentivo à leitura.

1.1 Astronomia no Ensino Médio

Abordar conteúdos de Astronomia em aulas de Física, para a maioria dos professores, nem sempre é tarefa fácil. Entre outros fatores, esse fato é reflexo da formação dos licenciados em Física no país. Rodriguez e Sahelices (2005), destacam que a existência de uma concepção de Universo a partir de um modelo simplista, por parte de alunos e também de professores, explicitam a falta de zelo dada a formação em Astronomia destes professores a nível acadêmico.

Bretones (1999) ressalta a tendência dos cursos de Física em conceber a Astronomia como uma aplicação da Física, relegando seu papel a componentes de disciplinas específicas ou na forma de disciplinas eletivas. A falta de familiaridade com o assunto afasta os professores e por consequência alunos dos estudos sobre Universo.

Há diversos trabalhos que apontam problemas relacionados ao ensino de Astronomia, dos quais pode-se destacar: erros conceituais em livros de ciências (LANGHI e NARDI, 2007), concepções erradas por parte dos professores de ciências (LEITE, 2002), escassez de material para a elaboração de experimentos didáticos (BUCCIARELI, 2001).

Por outro lado, de acordo com Scarinci e Pacca (2006), a Astronomia apresenta grande poder de alcance quanto ao ensino de Física, pois os temas relacionados têm sua compreensão, na maioria das vezes, relacionada a conhecimentos físicos. Há autores que advogam pela inserção da Astronomia como disciplina no ensino médio defendendo seu forte potencial de congruência entre as demais disciplinas. Como exemplo, podemos destacar o argumento de Dias e Santa Rita: “os conteúdos de Astronomia podem proporcionar aos alunos uma visão menos fragmentada do conhecimento, pensando mais adiante, esta disciplina ainda poderia atuar como integradora de conhecimentos” (2008, p. 56)

O desenvolvimento científico e tecnológico nos séculos XX e XXI deve-se em sua maior parte a chamada Física Moderna e Contemporânea (FMC), apresentando assombrosa velocidade e popularização. Sua estreita relação com o desenvolvimento da astronomia justifica os esforços para a real inserção de ambas no currículo praticado na Educação Básica. Dias e Santa Rita exemplificam “o desenvolvimento de antenas, espelhos, telescópios, vem permitindo o monitoramento do espaço e da própria Terra, facilitando a pesquisa nas áreas das ciências espaciais, meteorologia, telecomunicações e geociências”. (2008, p. 56)

Quanto as contribuições práticas da astronomia para a sociedade Yun (2004) destaca os sensores de luz fraca¹ e infravermelho que foram desenvolvidos com extrema excelência para uso astronômico. tendo uso de extrema importância na detecção de tumores e na indústria de semicondutores. As câmeras CCD² utilizadas em imagens astronômicas, estão agora popularizadas nas câmeras fotográficas digitais. Detectores de raios-X de fraca intensidade que têm hoje papel fundamental na segurança de aeroportos, tiveram seu desenvolvimento inicial para detecção de fontes astronômicas (YUN, 2004).

1 Sensor de luz de baixa intensidade

2 *Charge Coupled Device*

A velocidade com que a informação circula, principalmente na mídia digital populariza o conhecimento científico por facilitar o acesso do aluno. Tal acesso faz também com que o aluno questione ou se sinta curioso pela ciência que existe por trás das inovações e artefatos tecnológicos. Deste modo buscar caminhos para inserir os conteúdos relacionados a astronomia no Ensino Médio, contribui igualmente para a modernização do currículo.

1.1.1 PCN, PCN+ e astronomia.

Inserido na grande área do conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), o eixo temático “Terra e Universo” é o que contempla os conteúdos relacionados à Astronomia. A divisão daquilo que deve ser abordado, tem a sua organização de acordo com o desenvolvimento cognitivo do aluno. Nos ciclos relativos ao Ensino Fundamental, a compreensão da natureza procede de maneira ativa, em que o homem tem um papel transformador e o conhecimento da evolução histórica da ciência tem forte atenção. No Ensino Médio os conhecimentos abstratos têm maior ênfase, como prioridade os processos de ruptura no desenvolvimento ciência. Nessa etapa da Educação Básica o objetivo é entender a utilização do conhecimento científico como forma de elucidar o funcionamento do mundo, resolver problemas, planejar e avaliar as interações entre o homem e a natureza e desenvolver modelos explicativos para os sistemas tecnológicos (DIAS e SANTA RITA, 2008).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) do Ensino Médio de Ciências da Natureza na área de Física traz temas estruturadores que têm sua compreensão, como requisito essencial para o aluno que conclui esta etapa de sua educação. Os conteúdos relativos à astronomia estão contidos no tema estruturador Terra, Universo e Vida. Sobre este tema o documento destaca:

[...] será indispensável uma compreensão de natureza cosmológica, permitindo ao jovem refletir sobre sua presença e seu “lugar” na história do Universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência. Espera-se que ele, ao final da educação básica, adquira uma compreensão atualizada das hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo em que vive, com que sonha e que pretende transformar. (BRASIL, 2002, p.70)

As unidades temáticas que compõem o tema estruturador estão assim apresentadas:

1. Terra e sistema solar

- Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.);
- Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.

2. O Universo e sua origem

- Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados no sentido de ampliar sua visão de mundo;
- Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.

3. Compreensão humana do Universo

- Conhecer aspectos dos modelos explicativos da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações;
- Compreender aspectos da evolução dos modelos da ciência para explicar a constituição do Universo (matéria, radiação e interações) através dos tempos, identificando especificidades do modelo atual;
- Identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.

Ficará evidenciado mais adiante que esta proposta contempla uma quantidade significativa dos tópicos integrantes do tema estruturador e deste modo configura-se como forma de alinhar aquilo que se realiza em sala de aula com o que é concebido nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

1.2 A literatura de Ficção Científica e o ensino Física e Astronomia

Defender a ficção científica como instrumento pedagógico e como fomentadora de reflexões e discussões a níveis de contextos sociais, políticos, econômicos e ambientais não é uma novidade. Ideias com este viés são defendidas, aplicadas e estudadas por, pelo menos, cinco décadas. Não apenas por acadêmicos dedicados aos temas, mas também por autores de ficção científica que foram capazes de vislumbrar tais possibilidades.

Oferecer um suporte pedagógico ao professor que ainda não teve a oportunidade de levar a literatura e/ou a astronomia para suas aulas de física, ou inserir tais conteúdos em seu planejamento curricular, é uma ideia fundamental. Associado de maneira intrínseca a isso está o fomento às discussões que relacionam a ciência, tecnologia, meio ambiente e sociedade.

Este trabalho pretende oferecer mais uma ramificação desta corrente de pensamento, sendo bem específico e pontual como sua própria natureza exige. Abordaremos a literatura de FC, mais especificamente o gênero conto. Física e Astronomia são os conteúdos escolares escolhidos, entretanto pela sua própria natureza tais conteúdos permitem abordar os mais diversos assuntos científicos, ou até mesmo aqueles que extrapolam a autoridade científica.

Como uma das referências escolheu-se os trabalhos de Piassi (2006), no tocante a ficção científica e sua relação com o ensino de física. Por influenciarem o trabalho de Piassi e de tantos outros que se dedicam a este assunto, o referencial basilar de Zanetic (1989) também tem fundamental influência sobre todo o desdobramento aqui apresentado.

Em seu ensaio, Zanetic faz a seguinte afirmação:

No final do século passado eu costumava dizer que precisávamos levar a física do século XX para a sala de aula antes que ele (o século XX) acabasse. Neste início do novo século, tomando como referência o número de aulas de física que estão presentes nas escolas de ensino médio da rede pública de São Paulo e a forma de atribuição de aula que a Secretaria da Educação desse estado vem adotando, eu diria que precisamos colocar a física de qualquer século na sala de aula antes que ela (a física na escola) acabe! (ZANETIC, 2006)

Dirijo da preocupação do autor quanto ao fim de física na escola por acreditar que devido a grande tendência tecnológica e tecnicista da educação atual, disciplinas

como a física e ciências não deixarão de figurar no currículo da educação básica. Muito mais preocupados devem estar os professores de Filosofia e Sociologia que por repetidas vezes veem a obrigatoriedade dessas disciplinas na base curricular nacional ameaçada.

Entretanto a primeira angústia citada por Zanetic, que a física do século XX precisava ir as salas de aula antes do final do próprio século, não se concretizou e ainda está longe de ser sanada. Partindo da experiência própria e do diálogo com os colegas no dia a dia, nota-se que professor de Física na escola pública penosamente consegue lecionar ao final do terceiro ano do Ensino Médio (EM) os fenômenos eletromagnéticos. Astronomia e os assuntos relacionados a esta, em pouquíssimos casos são abordados. Muito disso por falta de tempo, mas também por escolha e/ou desconforto do professor com o conteúdo. Não que os professores em geral reneguem a astronomia, mas porque esta lhes é, ainda, estranha e distante.

O artigo de Villani (1984) traz pressupostos sobre o ensino de física na época e sobre estes faz importantes reflexões. Quando lido hoje, causa certo desconforto a quem vive e luta por melhorias na educação, que o quadro descrito pelo autor ainda serve em grande parte para descrever aquele que vivemos hoje.

Quando um docente prepara uma aula normal de Física, considera que seus estudantes conheçam bem pouco do assunto ensinado ou, no máximo, que eles tenham informações distorcidas a respeito. Consequentemente, sua meta torna-se preencher as lacunas dos alunos, em primeiro lugar com exposições das leis e fórmulas fundamentais, e depois com exercícios e problemas nos quais as mesmas leis são utilizadas. E para que permaneça alguma coisa mais facilmente na cabeça dos alunos, essas mesmas fórmulas são demonstradas, repetidas, esmiuçadas e aplicadas em casos triviais e em exercícios mais complexos. (ibid.)

Os alunos não são os mesmos dos anos 80, isto é fato. No entanto, a maneira como Villani descreve o que se pressupunha sobre os alunos e a forma de se fazer o ensino de física guarda semelhanças preocupantes com aquilo que ainda se encontra, por exemplo, na Educação Básica do estado do Ceará. É fato que esta é uma discussão muito mais profunda e que não é exatamente o foco do nosso trabalho, todavia precisamos levantar minimamente esta reflexão, pois é em uma realidade como esta, ou muito similar, que estamos inseridos.

Como já foi dito, durante minha graduação surgiu o maior interesse pela literatura de ficção científica. Junto as este contato inicial originou-se o questionamento se seria possível juntar a vocação pelo ensino de física, com aquele novo e promissor

interesse. Saber que esta pergunta a muito vem sendo feita, refeita e reformulada, me trouxe alívio, mas também a certeza de que o caminho seria longo e não muito simples.

Tentar convencer a comunidade escolar de que o incentivo à leitura é não é papel exclusivo do professor de língua portuguesa, mas de todo e qualquer professor, não é das tarefas mais fáceis. Por outro lado há quem aprecie e se junte a esta iniciativa, que enxergue um trajeto onde a prosa e as equações caminham juntas. Que a literatura é capaz de trazer a reflexão, que em alguns casos, falta às aulas de Física.

Diante da responsabilidade de tal empreitada, é fundamental estar muito bem resguardado, e ter respaldo ao propor o que, onde e de que maneira se deve levar a literatura para as aulas de Física e Astronomia. Para tanto a opinião de quem referenciou a maioria dos trabalhos na área no Brasil é bastante relevante:

Que literatura utilizar em aulas de ciência? Brevemente, diria que tenho em mente não apenas os grandes escritores da literatura universal que em suas obras utilizam conceitos e métodos das ciências, e da física em particular, os escritores com veia científica, como também várias obras escritas por cientistas com forte sabor literário, os cientistas com veia literária. (Zanetic, 1997 e 1998) Não entendo que o professor de física vá substituir os professores de português e de línguas estrangeiras, mas sim que uma atividade interdisciplinar se instale através da colaboração mútua entre esses diversos professores. Assim, por exemplo, trechos dos **Diálogos** e dos **Discursos**, de Galileu, ou de **A máquina do tempo**, de H. G. Wells, podem suscitar análises tanto do conteúdo científico quanto do discurso literário pelos professores de física e de português, respectivamente. (ZANETIC, 2006, p. 3)

Em particular nesta dissertação optou-se por trabalhar com autores de grande proeminência na FC, mas que também têm formação científica. As obras aqui abordadas que podem ser situadas na definição de Ficção Científica Hard, como veremos mais a frente, tem forte vocação para a autenticidade científica daquilo que seus enredos abrangem. Este não é um fator determinante, posto que a discussão das consequências sociais e ambientais, por exemplo, são de mesma forma pilares do ensinar ciência. Contudo apoiar-se em textos com um forte alicerce científico, vindo de seus autores principalmente, foi um aspecto importante que se decidiu dar ao trabalho.

Discutir apenas o conceito, a acuidade científica, os artifícios usados pelo autor para justificar determinado componente do enredo, não satisfazem os objetivos aqui almejados. É importante que o espaço da aula de física seja igualmente ocupado pela reflexão e investigação das questões que envolvem, porém extrapolam as fronteiras da ciência.

Ao analisar trabalhos de outros autores sobre a utilização da FC no ensino de ciências Piassi conclui:

Aqui vemos a preocupação de alguns autores com as questões sócio-culturais ligadas à ciência, autores estes que identificam na ficção científica um canal privilegiado para a abordagem destes temas. Para estes autores, trazer o universo da ficção científica para a sala de aula significa propiciar oportunidades de questionamento a respeito não só apenas de fenômenos e leis científicas, mas, em muitos casos, da própria natureza da atividade científica e de sua relação com a sociedade. (2007, p. 141)

A inferência feita pelo autor em sua análise serve como norte para desenvolvimento deste trabalho. Aqui com as especificidades dos contos literários como gênero abordado, o que se espera é que ao imergir na leitura e no universo ficcional criado pelo autor o aluno possa se permitir ir além dos conceitos. Sozinho, ou por intermédio do professor, ou ainda de um outro discente que já atingiu um maior nível de interpretação e capacidade de reflexão a partir da leitura.

Pela experiência espera-se que as questões éticas, curiosidades surgidas a partir da leitura, dúvidas sobre as possibilidades científicas seja o que mais despertará a atenção dos estudantes. Está aí o espaço pedagógico que se oferece ao professor. A partir do momento que aquele conteúdo passa a ter significado emocional para o aluno, o trabalho de levantar discussões e análises torna-se mais fácil, e o mais importante, passa a ser mais produtivo.

Incorporar a ficção científica no ensino de ciências, no entanto, faz sentido se pudermos aproveitar todo esse potencial de inovação e questionamento, as características próprias ao gênero que são aquilo que ele tem de melhor a oferecer aos professores de ciências [...] é necessário partir de uma concepção de conteúdo escolar mais ampla do que o mero ensino de conceitos e leis da ciência[...] (PIASSI, 2007, p. 142)

Aqui podemos retomar a angústia expressa por Zanetic (2006) que foi destacado no início desta seção: que a física do século XX não fosse, e ainda não é ensinada nas escolas. O espírito inovador e transcendente da FC nos serve como base para lançar temas modernos nas aulas de física.

É igualmente importante em nossa análise abrir espaço ao contraditório, que refere-se aqui as conotações negativas da aproximação da FC e do Ensino de Física. Zanetic traz esta outra perspectiva ao citar o epistemólogo Bachelard:

Em vez de ir ao essencial, acentua-se o lado pitoresco: enfiam-se fios na bola feita de caule de sabugueiro para conseguir uma aranha elétrica. será num movimento

epistemológico inverso, voltando ao abstrato, arrancando as patas da aranha elétrica, que Coulomb descobrirá as leis fundamentais da eletrostática. (...)

Esse folclore sobre a ciência incipiente toma conta das melhores cabeças. Volta gasta centenas de páginas para descrever a seus correspondentes as maravilhas da pistola elétrica.

(...) a ficção científica, tão do agrado de um público literário que pensa nela encontrar obras de divulgação positiva, procede de acordo com os mesmos artifícios (...)

Essas ficções científicas, viagens à Lua, invenção de gigantes e de monstros são, para o espírito científico, verdadeiras regressões infantis. Podem ser divertidas, mas nunca instrutivas. (BACHELARD, 1996, p. 43 e 44 *apud* ZANETIC, 2006, p. 12 e 13)

Ao apresentar uma alternativa ao pressuposto de Bachelard, Zanetic faz uma abordagem com a qual concordamos.

Dessa forma, o professor estaria lidando com a ficção científica de modo inteligente, como faria, certamente, o próprio Bachelard. É claro que isso não invalida a argumentação do filósofo francês na sua avaliação de que determinados textos de ficção científica, soltos livremente, podem gerar obstáculos epistemológicos em seus leitores. Mas a presença de um professor bem formado e perspicaz evitaria que tal acontecesse com seus alunos leitores de Júlio Verne. (ZANETIC, 2006, p. 12)

Pretende-se agrupar numa análise literária, um estudo sobre os conceitos científicos e uma reflexão sobre questões sociais, políticas e ambientais que podem ser abordadas a partir do texto. Além disso o incentivo às ponderações pelo uso da imaginação como fortalecedoras das reflexões científicas. Diante de possibilidades pouco produtivas e talvez até negativas, a intenção é compartilhar uma forma de abordagem que está embasada em métodos e teorias respaldados, aqui aplicado e refletido.

Objetivos da proposta

O trabalho tem como objetivos gerais:

- Apresentar uma teoria de análise de contos de ficção científica, como forma de destacar pontos importantes para o uso em aulas de Física e Astronomia.
- Oferecer ao professor sequências didáticas para a utilização de contos de ficção científica em aulas Física e Astronomia.
- Iniciar o *podcast* Contcast, que aborda a utilização de contos e outros gêneros de ficção científica no ensino de Física e Astronomia.

Como objetivos específicos podemos destacar:

- Dar suporte ao desenvolvimento das competências de leitura e interpretação aos alunos, independente da disciplina estudada.
- Fomentar as discussões sobre a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.
- Oferecer uma forma alternativa para se abordar astronomia nas aulas de física.
- Através do *podcast* disseminar as ideias e metodologias desenvolvidas na pesquisa por um formato de fácil acesso e reprodução.

Capítulo 2

A Ficção Científica

Nesta etapa será feito um breve resumo histórico e conceitual sobre a ficção científica. Apesar de não atingirmos a profundidade que o tema permite, buscar-se-a relatar o suficiente para suprir as necessidades e as orientações ao tipo de trabalho aqui desenvolvido.

Piassi relembra a cena do filme *Contato* de Robert Zemeckis, onde a protagonista Eleanor Arroway, astrofísica, exclama a frase “deveriam ter mandado um poeta” enquanto está perplexa diante dos eventos cósmicos que passam pela capsula transparente que a leva em uma viagem através do Universo.

Como representante única do gênero humano em uma experiência inédita, a personagem, pelo que se pode deduzir de sua fala, gostaria de transmitir a experimentada sensação de assombro ao restante da humanidade. No entanto, como, cientista, constata que não encontra na ciência a linguagem adequada para tal veiculação. Talvez surja daí a necessidade em nossos tempos de uma expressão artística da categoria da ficção científica. (PIASSI, 2007, p. 89)

O trecho deixa muito claro uma das vias da relação FC e ciência. O desenvolvimento científico e tecnológico, principalmente a partir do século XIX criou a necessidade de uma forma de expressão através da qual a sociedade pudesse externar seus *anseios e temores* sobre o novo, o inédito, o surpreendente. A linguagem artística muitas vezes se faz necessária, não exatamente para substituir a linguagem científica, mas para completar seu discurso emprestando sua forma de expressão para transmitir o deslumbramento causado pela magnificência dos fenômenos naturais. Herbert Viana ressalta a maior eficiência poética da expressão artística na letra da música *Tendo a Lua*:

O céu de Ícaro tem mais poesia que o de Galileu
E lendo teus bilhetes, eu penso no que eu fiz
Querendo ver o mais distante sem saber voar
Desprezando as asas que você me deu

Tendo a lua aquela gravidade aonde o homem flutua
Merecia a visita não de militares,
Mas de bailarinos
E de você e eu.

(PARALAMAS DO SUCESSO)

Ícaro que ganhou os céus com as asas construídas por seu pai Dédalo, eleva-se no ar até cair no mar depois que o Sol derreteria a cera que mantinha unidas as penas

de suas asas. O sonho de ganhar os céus com engenhos construídos através da técnica se faz presente a Antiga Grécia e muito provavelmente antes disso. De modo que pode-se olhar por outro ângulo a questão e ver que a arte do contar se abastece da ciência ao observar a habilidosa técnica de Dédalo ao construir as asas para si e para seu filho a fim de fugir da torre onde estavam aprisionados:

Pôs-se, então, a fabricar asas para si mesmo e para seu jovem filho, Ícaro. Uniu as penas, começando das menores e acrescentando as maiores, de modo a formar uma superfície crescente. Prendeu as penas maiores com fios e as menores com cera e deu ao conjunto uma curvatura delicada, como as asas das aves. (BULFINCH, 2002 , p. 191)

Ainda na música consagrada pelos Paralamas do Sucesso um trecho remete a fala da protagonista do filme *Contato*. Os efeitos gravitacionais diferentes na Lua seriam melhores aproveitados por bailarinos que por astronautas militares. As possibilidades que um balé lunar proporcionaria saltos e rodopios seriam muito mais plásticos que em um espetáculo imaginado na Terra.

2.1 Origens

Segundo Oliveira (2003) a ideia corrente no início do século XIX é da necessidade do homem superar seus instintos para alcançar o ideal do sujeito autossuficiente, racional e possuidor de livre arbítrio. Sendo esta mesma racionalidade aplicável aos processos sociais, políticos e econômicos. A cultura tem o papel de separar o humano do animal e a técnica, um mero instrumento dessa separação.

Oliveira (ibid.) destaca que as origens da FC estão em duas revoluções, a Francesa onde se consolida a força do indivíduo e a confiança na razão e a Industrial que mostra o potencial da tecnologia como ferramenta para emancipar ou subjugar o indivíduo.

Não é apenas o conceito de homem como sujeito singular, pensante e autônomo que emerge do humanismo moderno. Ao combinar a profundidade de subjetividade do humano, o uso da técnica para mudar a sociedade, e o sonho de novos espaços (utopia = u-topos = um outro lugar) em um tempo futuro, o pensamento moderno cria também as condições de surgimento da ficção científica. (OLIVEIRA, 2003, pg. 180)

A autora ainda ressalta que a FC empurra as barreiras da sociedade, da ciência e tecnologia e da política, sonhando com possibilidades longínquas a serem alcançadas e desta forma também as transforma. A partir daí surgem as histórias sobre

planetas distantes, artefatos voadores atravessando o mundo, robôs e máquinas inteligentes entre outros temas.

É comum encontrar na literatura especializada o consenso que a primeira obra a se caracterizar de maneira segura como ficção científica é *Frankenstein* (1817) de Mary Shelley. Pode se presenciar claramente o papel da ciência ao trazer a vida partes inanimadas de corpos humanos na forma de uma criatura, por meio da eletricidade. A ciência como forma de tornar o homem liberto, agora como criador e não apenas como criatura, entretanto temos também as consequências sobre a sociedade e sobre o próprio homem. As expectativas e ressalvas que são depositados na evolução da técnica estão presentes desde a obra inicial do gênero.

A popularidade veio no século XIX com dois escritores de tendências literárias distintas que, no entanto, foram de fundamental importância para o estabelecimento do gênero. Júlio Verne com uma escrita com tons de aventura, que trazia inventos e artefatos ainda não existentes na época. O submarino Nautilus era movido por uma energia praticamente inesgotável. O primeiro submarino nuclear só foi posto ao mar em 1954. Por este e outros tantos exemplos Verne era tido como um autor mestre na antecipação. O outro personagem de destaque é o inglês Herbert George Wells, autor de *A Ilha do Doutor Moreau*, *A máquina do Tempo*, *O Homem Invisível* entre outros. A ficção de Wells não se atem a antecipar, mas lança possibilidades à mente de seus leitores como um homem invisível, uma máquina capaz de transitar no tempo e no espaço.

Com um público ainda muito restrito pouca atenção era dispensada à FC pelos acadêmicos. A partir da década de 1920 a FC é drasticamente impulsionada pelas publicações em revistas e jornais voltadas para o público em geral. Nessa época também se massifica e se faz presente na cultura pop. Muito da imagem equivocada que a FC teve durante boa parte do século XX deve-se a esse período inicial de maior divulgação.

A figura de um extraterrestre de cabeça e olhos grandes, segurando uma donzela bela e pouco vestida ou uma guerreira com roupas sensuais, nada agregou de positivo ao gênero. Porém este é um exemplo da representação dominante naquilo que era considerada ficção científica na época. Entre os muitos títulos da época um em especial tem seu devido destaque, *Astounding Science Fiction* editada por John Campbell. Nesta publicação foram lançados grandes nomes da ficção científica como

Isaac Asimov, Ray Bradbury, Lester del Rey, Theodore Sturgeon entre outros (OLIVEIRA, 2010, p.130)



Figura 1. Capa da revista Planet Stories

Na década de 1960 temos a chamada New Wave, com tendências para exploração das ciências ditas “humanas” como ciências sociais, antropologia, linguística, ciências políticas. A especulação de novos panoramas para a humanidade tem papel de destaque nessa fase. Ursula K. Le Guin, Philip K. Dick e Roger Zelazny são nomes destaque dessa geração (OLIVEIRA, 2010, p.130). Asimov acentua esta transição do foco da FC na década de 1960:

A partir de 1960, de um modo especial, a ficção científica tem revelado uma tendência no sentido de transferir pelo menos parte de sua ênfase da ciência para a sociedade, da máquina para o homem. Ainda diz respeito a mudanças ao nível da ciência e da tecnologia, mas essas mudanças vão mais adiante e penetram no plano social (ASIMOV, 1984, p.28 *apud* OLIVEIRA, 2010, p.173)

A partir deste início literário o gênero ganhou outras formas de expressão artística espalhando-se por diversos meios, originando filmes de cinema, produções televisivas, histórias em quadrinhos, desenhos animados, jogos de videogame e os jogos de interpretações de papéis (RPG) (PIASSI 2007)

É fácil verificar que com abertura de horizontes, o espaço para discussão e análise da FC ganha também proporções muito maiores e exige um trabalho específico sobre o tema em si para abordá-lo de maneira mais apropriadas.

2.2 O que é Ficção Científica?

A pergunta título dessa sessão é a mais complexa de se responder sobre FC. Se existir algum consenso entre os autores da área é exatamente sobre a dificuldade de se traçar limites para a sua definição. Vamos então expor algumas posições de nomes com reconhecimento na área,

Piassi (2007) após apresentar uma consistente revisão de literatura sobre o tema afirma:

Até aqui caracterizamos de forma razoavelmente detalhada o que poderíamos chamar de “núcleo” da obra de ficção científica: o contrafactual³ derivado a partir do discurso científico, formando uma rede de implicações casuais em um mundo imaginado, mas que estabelece conjecturas de consequências humanas sobre o mundo real a partir de uma relação de continuidade com ele.(p. 105)

Por ser mais recente e estar baseada em trabalhos anteriores, o ponto de vista do autor pode ser considerado o mais consistente.

Asimov (1984) ao procurar classificar a ficção científica a coloca dentro de uma categoria mais geral, a ficção *surrealista*, definida por ele como aquela que relata “fatos que se verifica em ambientes sociais não existentes na atualidade e que jamais existiram em épocas anteriores” (ASIMOV, 1984, p. 16 *apud* PIASSI, 2007, p.93). Definido a categoria mais geral o autor apresenta a especificação para a ficção científica:

³O termo contrafactual citado pelo autor refere-se ao elemento sabidamente extraordinário, aquele que de maneira indubitável é tido como além da realidade aceitável.

Os acontecimentos supra-reais da história, na ficção científica, podem ser conceberivelmente derivados do nosso próprio meio social, mediante adequadas mudanças ao nível da ciência e da tecnologia (ASIMOV, 1984, p.16 *apud* PIASSI, 2007, p.93)

A definição de Asimov, torna-se restrita e provavelmente deixaria de fora várias obras que são consideradas FC em outras abordagens, mas nos fornece o apontamento de uma direção quando se busca classificar o gênero.

Em sua definição David Allen aborda aspectos mais abrangentes que Asimov, mantendo ainda a linha de relação bastante voltada para as ciências naturais e seus engenhos:

Ficção científica é um subgênero da ficção em prosa que é distinguida de outros tipos de ficção pela presença de uma extrapolação dos efeitos humanos de uma ciência extrapolada, definida em termos gerais, assim como pela presença de “engenhos” produzidos pela tecnologia resultante de ciências extrapoladas. (ALLEN, 1976, p.218)

Allen (1976) considera a FC como uma literatura de mudança, voltada para o futuro, que devido aos aspectos da vida humana por ela abordados sempre representou uma leitura de muito valor. O primeiro ponto definido é o fato de a FC ser subgênero da ficção. As mesmas características gerais encontradas em qualquer outra categoria de ficção serão também encontrados na FC. A diferença está no conteúdo abordado, no ambiente e nos artefatos e artifícios que a obra apresenta. Como qualquer prosa, sua temática reflete sobre “a interpretação da experiência e da natureza do homem em relação ao mundo ao seu redor” (ALLEN, 1976, p. 208). conto ou romance, por exemplo.

O segundo ponto refere-se a ciência da FC ser uma ciência extrapolada pois parte da ciência corrente projeta de forma lógica seus desenvolvimentos. No início voltada quase que exclusivamente para as ciências naturais, mas partindo para uma maior abrangência abarcando também as ciências humanas com o passar do tempo. Allen ainda define um outro uso para a palavra “ciência”, quando esta se refere aos “engenhos” científicos e seu desenvolvimento proporcionados por um nível científico e tecnológico mais avançado que o corrente.

2.3 Algumas categorias para a Ficção Científica

Neste ponto do trabalho a escolha foi pelo caminho com menor possibilidade de entraves, apresentar com base na literatura, algumas classificações para as diversas categorias de FC. Ao seguir nesta direção não se deixa de apontar alguma conceituação de o que é

ficção científica, porém será realizado um aprofundamento desnecessário aos nossos objetivos.

É válido também destacar que ao classificar obras há riscos de enfatizar determinada característica em detrimento de outra e portanto esta classificação estará, e deve estar, suscetível a contestações. Na literatura e na arte em geral será difícil encontrar quem esteja indiscutivelmente inserida em uma classificação seja ela qual for. Neste ponto há concordância total com Allen:

É importante lembrar que qualquer rótulo enfatiza um único aspecto de uma obra e negligencia todo o resto do trabalho; conseqüentemente, se tal rotulação torna-se mais um fim em si própria do que uma conveniência momentânea, a qualidade e o mérito da obra literária são virtualmente destruídos. Além disso; muitas classificações não tomam conhecimento de gradações em importância, deixando pouco espaço para uma obra que não é puramente nem uma coisa nem outra — e a maioria das obras literárias, ou qualquer outra coisa deste gênero, não são de modo algum puras. (p.19, 1973)

Allen (1973) começa sua classificação pela categoria que provavelmente mais agrada aos adeptos do rigor científico em qualquer tipo de produção humana, a denominada Ficção Científica *Hard*. Esta categoria tem por característica explorar fenômenos e tecnologias relacionadas às ciências, atualmente, denominadas naturais como Física, Química, Biologia, Geologia, Astronomia entre outras. A ficção baseada nestas ciências bem como elas próprias estão baseadas em um Universo ordenado com leis naturais passíveis de descobertas.

Allen faz ainda uma subdivisão dessa categoria em *Histórias sobre Engenhos*, *Extrapolativas* e *Especulativas*. O autor classifica como *Histórias sobre Engenhos* aquelas que se debruçam sobre o funcionamento ou o desenvolvimento de alguma máquina, artefato ou objeto tecnológico. *Histórias Extrapolativas* são baseadas na projeção lógica de um conhecimento corrente dentro das ciências e a partir desse ponto desenvolvem seu enredo em circunstâncias bastante plausíveis para os leitores contemporâneos ou reais para leitores futuros. A última subcategoria definida por Allen, as *Histórias Especulativas*, em geral são ambientadas em um futuro distante. Por esse motivo têm maior dificuldade de manter a lógica do desenvolvimento científico, porém a ciência nelas apresentada se assemelha à ciência conhecida quando foi escrita e está nela baseada.

Por seguinte temos a categoria denominada Ficção Científica *Soft*, com inspiração principal nas ciências denominadas humanas (ibid.). Nesta categoria estão

incluídas histórias baseadas em áreas do conhecimento como Sociologia. Psicologia, Linguística, Ciências Políticas, Antropologia, bem como a tecnologia a elas relacionada. Excetuando-se as Histórias sobre Engenhos, que são bastantes específicas das ciências naturais, a FC Soft também segue as mesmas subcategorias da FC *Hard* como afirma Allen:

Nesta categoria, igualmente, a pressuposição de um universo ordenado com leis constantes, descobríveis, é um critério básico para inclusão. Como na Ficção Científica Hard, na categoria de Ficção Científica Soft, também temos estórias Extrapolativas e estórias Especulativas; estes tipos são definidos do mesmo modo que foram acima, com a exceção de que tratam de ciências “humanas” e não de exatas. (p. 21, 1973)

A última categoria a ser apresentada é a *Fantasia Científica*. Nesta classificação situam-se as histórias *Alternativas* que apresentam leis naturais constantes e passíveis de descoberta porém estas leis são diferentes das estudadas pela nossa ciência. Pode-se atribuir tais enredos a eventos ou estudos mágicos, parapsicológicos ou algo que não é aceito estritamente como ciência. Outra subcategoria é aquela baseada em conhecimento científico sabidamente errado ou ultrapassado, a esta denomina-se *Fantasia Contra-Científica*.

Por fim a subcategoria *Espada e Magia* onde estão agrupadas aquelas histórias em que a espada e o escudo ou outro tipo de armamento primitivo desempenha papel de destaque, pois a tecnologia existente não permite artefatos mais sofisticados. Nestas histórias as leis da magia desempenham algum papel. Apesar de apresentar algo alternativo ao conhecimento científico corrente, tais leis naturais precisam ser minimamente explorada para que a história receba tal denominação.

Outras categorias podem ser apresentadas, porém há uma vasta exploração na literatura sobre a classificação dos diversos subgêneros da FC. Por outro lado há também pouca contribuição no prolongamento da discussão que levará aos objetivos deste trabalho. Partindo deste argumento conclui-se esta sessão seguindo, de maneira breve, como mais alguns apontamentos realizado por Piassi.

A categoria denominada *Space Opera* reúne obras que utilizam elementos da ficção científica com uma nova roupagem para as recorrentes histórias de ação e aventura. Um exemplo bastante presente para as gerações das décadas de 1970 até 1990 é a série de filmes *Star Wars* como acentua Piassi:

Assim, sendo, a construção de elementos a partir de um repertório técnico-científico seria muito superficial de forma que este gênero não produziria os mesmos efeitos que a ficção científica mais elaborada. Um exemplo unânime de *space opera* seriam os filmes da série **Star Wars**. (PIASSI, 2007, p.110)

As distopias estão bastante próximas da definição de ficção científica *soft*. Nesta categoria registra-se temáticas ambientadas em um mundo governado pelo totalitarismo aonde a ideia de felicidade vai de encontro ao ideal de liberdade. Nas obras distópicas tem-se precisão científica, mas com os efeitos sobre a própria sociedade advindos do desenvolvimento da ciência e o caminho que esta sociedade toma a partir das diretrizes sociais e políticas vigentes. Piassi (2007) ressalta como obras de grande representação deste subgênero, *Fahrenheit 451* de Ray Bradbury, *1984* de George Orwell e *Admirável Mundo Novo* de Aldous Huxley.

Considerado uma ficção distópica o *Cyberpunk*, recebe *status* de subgênero por ter um destaque maior tanto na literatura quanto no cinema a partir dos anos 1980. A temática aborda os grandes avanços tecnológicos extrapolativos, comparados aos que são encontrados na ficção científica *hard*, intrinsecamente ligados ao caos urbano, sendo assim considerado um gênero da pós-modernidade. O termo *cyberpunk* surge em 1983 pelas mãos do escritor norte-americano Bruce Bethke.

Ambientada, em geral, em um futuro próximo em que o desenvolvimento tecnológico tomou as ruas e não resolveu nenhum dos problemas sociais que prometia. A esperança de que a ciência e a tecnologia viessem a ser os principais fatores de melhoria da condição humana não se confirma nas obras de ficção *cyberpunk*.

Suas histórias tratam de indivíduos marginalizados diante do alto desenvolvimento tecnológico e do caos urbano. Lemos enfatiza o fortalecimento das grandes corporações e a presença das máquinas na figura de ciborgues, por exemplo, como temas comuns no gênero:

Os protagonistas das histórias cyberpunks são anti-heróis que transitam com implantes (ciborgues) por espaços físicos e informacionais em um cenário sócio-político em que corporações gigantescas dominam todos os campos da sociedade, substituindo até mesmo os governos nacionais. Os protagonistas cyberpunks se deparam com situações ligadas ao cotidiano das grandes metrópoles atuais, assoladas pelo caos urbano, o crime, a poluição, a degradação das relações sociais. (LEMOS, 2004, p. 01)

Capítulo 3

O Gênero Conto

Até então firmou-se o posicionamento sobre a FC como elemento promissor no ensino de física e astronomia e que já conta com uma boa base bibliográfica de estudos e aplicações. A partir de agora o espectro de possibilidades que a FC nos oferece será reduzido, para que o trabalho possa atingir um ponto específico da dinâmica da sala de aula.

O programa de mestrado profissional exigirá a elaboração de um produto com finalidades práticas específicas de aprimoramento do ensino-aprendizagem de Física. Diante destas considerações e do histórico de projetos e atividades desenvolvidos como professor da Educação Básica, o conto de ficção científica foi a escolha natural para o desenvolvimento de uma ferramenta alternativa para inserção da Astronomia e Cosmologia no currículo de Física no Ensino Médio.

Antes de apresentar as características que levaram à escolha do conto como gênero textual a ser utilizado, será traçada uma visão geral sobre a história e teoria do gênero. Intencionando diminuir a inicial falta de propriedade quanto ao tema, as sentenças que seguem guiam-se pelo esclarecedor texto *Teoria do Conto de Nadia B. Gotlib*. Apoiado no trabalho teórico de Edgar Allan Poe e Júlio Cortázar, a autora traça uma relevante análise sobre o histórico e a teoria do conto moderno.

3.1 Um breve panorama

Sendo esse um dos focos do estudo é importante que tenha-se um conhecimento além do superficial sobre o gênero. Cortázar (1974, p.123) citando Cesare, enumerou três possíveis conceitos acerca da palavra conto:

1. Relato de um acontecimento.
2. Narração, oral ou escrita, de um acontecimento falso.
3. Fábulas que se conta a crianças para diverti-las.

Há um ponto em comum entre as três acepções: o fato de contar algo, e mais, contar algo a alguém, e que revela o caráter estritamente humano e o caracteriza como

uma narrativa. Um sequencia de acontecimentos em torno de uma linha de ação de interesse humano, seja por objetos, artefatos, seres, relações sociais, episódios anteriores ou posteriores ao tempo presente.

O ato de contar oralmente uma história vivida ou testemunhada, evolui naturalmente para o registro escrito dessas narrativas acompanhado do surgimento da linguagem escrita. Pode-se dizer nisto encontram-se os prelúdios da origem do conto, o relato de histórias com a intenção de instruir, entreter, educar, transmitir cultura.

Todavia o relato não se prende ao acontecimento real, a história relatada pode ter em sua origem um fato acontecido, no entanto, ao relatar o interlocutor põe sua parcela de contribuição para a mesma. A partir deste ponto o que é ficção e o que é realidade podem facilmente se entrelaçar.

O conto por sua vez ultrapassa os limites do simples relato assim como afirma Gotlib(2004, p.8):

O conto, no entanto, não se refere só ao acontecido. Não tem compromisso com o evento real. Nele, realidade e ficção não têm limites precisos. Um relato, copia-se; um conto, inventa-se, afirma Raúl Castagnino. A esta altura, não importa averiguar se há *verdade* ou *falsidade*: o que existe é já a ficção, a arte de inventar um modo de se representar algo. Há, naturalmente, graus de proximidade ou afastamento do real.

A autora então coloca diante do contraste entre o simples relato e a literatura, o primeiro pode ser de cunho meramente documental, o segundo por sua vez se permite a fantasia, aos artifícios com intenção explícita de despertar sentimentos no leitor. Tal diferenciação leva ao conto literário.

Estes recursos criativos também podem ser utilizados na passagem do conto oral para o escrito, ou seja, no registro dos contos orais: qualquer mudança que ocorra, por pequena que seja, interfere no conjunto da narrativa. Mas esta voz que fala ou escreve só se afirma enquanto contista quando existe um resultado de ordem estética, ou seja: quando consegue construir um conto que ressalte os seus próprios valores enquanto conto, nesta que já é, a esta altura, a arte do conto, do conto literário. Por isso, nem todo contador de estórias é um contista. (GOTLIB, 2004 , p.9)

A forma como o contista narra sua história lhe garante sua assinatura estética característica e dependendo da época, com maior ou menor qualificação o enquadra dentro deste ou daquele gênero. A questão da classificação e diferenciação entre gêneros levanta uma discussão por demais extensa de modo que considera-se ser a melhor escolha abandoná-la neste ponto do trabalho.

3.2 Poe e a teoria do conto

O texto chave para análise da teoria do conto de Poe é “*Review of twice-told tales*” de 1842, prefácio da segunda edição da obra “*Twice-told tale*” de Nathaniel Hawthorne. O princípio teórico de Poe recai sobre uma sublime relação entre a extensão da obra e o efeito desta sobre o leitor.

O escritor defende que a chamada *unidade de efeito* da obra literária é o ponto mais importante desta. A excitação que a composição literária causa no leitor é o objetivo principal do contista. Tal excitação por ser intensa é também de duração efêmera sendo portanto nessa relação que reside o segredo do bom conto. A composição literária precisa ter a dosagem correta entre sua extensão e o “estado de excitação” que esta causa no leitor.

Abordando quase matematicamente esta questão, toma-se como constante a unidade de ação que o conto produz, restando a extensão deste como variável a fim de encontrar a proporção perfeita. Recai-se então sobre outro importante ponto da teoria de Poe, a leitura *de uma assentada só*, o limite de tempo de leitura do conto não deve exceder o de uma a duas horas. A não interrupção na leitura garante a eficiência do que foi planejado pelo autor, garante a eficácia de todos os artifícios para manter o estado de excitação durante a leitura. Para Poe, durante esse tempo o leitor está no domínio do escritor e será conduzido ao objetivo que este premeditou desde o começo da obra.

Gotlib lembra que tais considerações apontam para uma característica que terá enorme peso para a escolha do conto como ferramenta no ensino de Física

Estas considerações atentam já, sistematicamente, para uma característica básica na construção do conto: *a economia dos meios narrativos*. Trata-se de conseguir, com o mínimo de meios, o máximo de efeitos. E tudo que não estiver diretamente relacionado com o efeito, para conquistar o interesse do leitor, deve ser suprimido. (GOTLIB, 2004, p.20)

O máximo de efeitos a partir do mínimo de meios é exatamente a característica que corrobora com a ideia para inserir a literatura na dinâmica da aula de Física. Eikhenbaum citado por Gotlib expressa em seu trabalho de comparação entre conto e romance conceitos bastante claros que corroboram para as ideias aqui defendidas.

Tudo, na novela, assim como na anedota, tende para a conclusão. Ela deve arremessar-se com impetuosidade, tal como um projétil jogado de um avião, para atingir com todas as suas forças o objetivo visado

Short story é um termo que subentende sempre uma estória e que deve responder a duas condições: dimensões reduzidas e destaque dado à conclusão. Essas condições criam uma forma que, em seus limites e em seus procedimentos, é inteiramente diferente daquela do romance. (EIKHENBAUM, 1978 apud GOTLIB, 2004, p.23)

Mesmo em uma turma com pouco ou nenhum contato com a leitura no ambiente escolar, no tempo de uma ou duas aulas, com o texto que tem primazia pela objetividade e que se propõe a prender a atenção de seu leitor durante toda a *assentada*, não será difícil despertar a curiosidade científica e gosto pela boa leitura.

3.3 O conto de Ficção Científica e o Ensino de Física

Um conto de ficção científica em geral é uma narrativa curta com ideia central forte e bem definida. Normalmente não há grandes digressões e toda a ação caminha para uma solução final que a ideia central encerra, muitas vezes com o efeito surpresa e também frequentemente apresentando uma dimensão polêmica. Em geral, um conto de até 20 páginas é viável de ser lido em uma aula, podendo sobrar tempo para uma discussão. (PIASSI, 2007, p.407)

Não considerou-se melhor forma de iniciar esta sessão senão com a citação de uma das maiores referências nas pesquisas sobre o encontro da ficção científica e o Ensino de Física. Em sua obra Piassi realiza um estudo extremamente abrangente sobre as mais comuns formas de abordagem do FC nas aulas de Física, além de elevar o nível dessa abordagem para algo superior à simples verificação de erros conceituais.

Piassi (ibid.) ressalta que por estas e outras características posteriormente abordadas o conto aparece como ferramenta complementar a filmes e romances. Neste ponto me afasto do pensamento do autor por acreditar que o conto não suplementa as outras formas de expressão, ele na verdade se apresenta como genuína porta de entrada para a leitura em aulas de Física. Deve ser o recurso primeiro a ser lançado mão pelo professor que busca aliar as duas culturas.

Diante deste cenário adverso, o professor com o intuito de trazer a literatura como um de recursos pedagógicos, necessita de algo que lhe permita realizar atividades de maneira intensa, em um intervalo de tempo não maior que duas horas-aula. O romance como comparação tem relevância no ensino de Física tal qual o conto. Entretanto e devido principalmente sua extensão e as dificuldades de que todos os alunos tenham acesso ao livro ao mesmo tempo, em uma experiência inicial o conto oferece mais facilidades quanto ao acesso e a realização da atividade.

Pela diversidade de textos, pela facilidade de acesso, pela objetividade e economia nos recursos e pela intensidade na ação e no efeito, eleger o conto como artefato principal nesta investida pedagógica, mostra-se como opção que se sobressai diante de um ambiente árduo para novas abordagens por parte daqueles que erguem a bandeira da literatura associada ao ensino de ciências.

3.4 Asimov e a aprendizagem em ciências

Renomados autores do gênero literário já manifestaram posicionamento quanto as possibilidades da FC como uma ferramenta de aprendizagem em ciências. Exemplo disso é a coletânea de contos *Para Onde Vamos?* Editada por Isaac Asimov. A obra apresenta uma antologia com contos escolhidos por apresentar forte apelo pedagógico quanto a um ou vários aspectos científicos. Por serem, o autor e a obra em questão, grandes fontes de inspiração para este trabalho, dedicamos esta sessão a uma breve nota biográfica do autor e a uma resumida apresentação do livro.

Poucos autores, antes ou depois, dedicaram-se com tamanho afínco em fornecer instigantes reflexões ao avanço tecnológico da humanidade como o russo radicado nos Estados Unidos Isaac Asimov. Declaradamente compulsivo pela escrita escreveu e editou mais de quinhentos livros e revistas, não só de ficção, mas sobre a própria ficção em diversos ensaios e artigos literários. Livros de referência e divulgação acadêmica nas áreas de Química e Astronomia também estão entre suas importantes obras. Certa vez perguntado sobre o que faria se soubesse que lhe restava pouco tempo de vida, a resposta foi tática: *Type faster*⁴

Apelidado de “O bom Doutor” devido ao afável contato que sempre manteve com seus fãs, era acompanhado de irreverente ceticismo, por depositar renitente confiança na Ciência como estrela-guia norteando a trajetória da raça humana rumo ao florescimento de um futuro melhor. Esse é o tema de sua obra máxima, a *Trilogia da Fundação* (ASIMOV, 2009), em que o conhecimento salva a espécie humana da derrocada por meio do estudo de uma disciplina que aglutinaria história, sociologia e matemática estatística, a Psico-história.

O escritor defendia que cientistas e mágicos eram colocados na mesma categoria pela população em geral. Tal fato originava-se de uma falta de compreensão do

4 - Digitar mais rápido (N. T.)

papel da ciência, e por consequência dos cientistas e levava a um distanciamento da ciência, principalmente por parte dos jovens. Divulgar a ciência, em especial para a juventude foi um desafio assumido a partir de 1958, dedicando-se exclusivamente à literatura de ficção científica. A vertente fundamental de suas obras de divulgação foi afirmar a ciência como fonte de resultados, de teorias, e não de verdades.

A prova do sucesso de seus esforços para divulgar a ciência é sua influência sobre outros importantes autores e cientistas. A edição especial *Exploradores do Futuro* da revista *Scientific American Brasil* traz alguns exemplos. Carl Sagan renomado cientista, professor e escritor de livros de FC e divulgação científica, considerava Asimov um dos grandes mestres de sua época por conseguir levar a ciência para a vida das pessoas de forma simples e objetiva, influenciando-as positivamente. Joseph F. Engelberg, considerado por muitos o pai da robótica, criador do primeiro robô industrial do mundo, declarou que Asimov influenciou a origem da engenharia robótica. Indo no caminho oposto a outros escritores que o antecederam abordou a robótica como uma promissora inovação a ser explorada.

3.4.1 *Para onde vamos?*

Isaac Asimov, dentre suas inúmeras obras, publicou a coletânea “*Para onde vamos?*” reunindo contos de vários autores para quais vislumbrou possibilidades reais de uma abordagem didática no ensino de ciências. Ao final de cada conto Asimov apresenta comentários e sugestões de atividade que podem ser utilizadas ou servir de base para que o professor elabore suas próprias atividades. Iniciativas tais como a do escritor devem inspirar professores e profissionais da educação para a importância do fortalecimento do saber científico aliado ao incentivo à leitura.

Já na introdução de *Para Onde Vamos?* Asimov destaca sua visão quanto às possibilidades da FC como meio de fortalecer o aprendizado em ciências, tendo esta importância particular na formação futura dos aprendizes, podendo ser fator determinante na formação acadêmica e profissional destes.

De há muito considero a ficção científica como um instrumento em potencial, inspirador e útil, para o ensino. Para esta antologia, portanto, selecionei dezessete histórias que, penso eu, podem inspirar curiosidade e podem conduzir o estudante dentro dos esquemas de indagação de seu interesse particular, que mais o entusiasmem, que podem até mesmo determinar a futura diretriz da sua carreira. (ASIMOV, 1979, p.2)

Não há uma visão de obrigatoriedade de uma função educacional em uma história de ficção, o primeiro e talvez o único interesse de um autor é entreter, capturar a atenção, apaixonar o seu leitor. Não obstante, e talvez muitas vezes como produto indireto do processo, a leitura abre espaço para o educador encontrar um caminho em que o conhecimento e a curiosidade científica se alimentam da própria imaginação do aluno.

A ideia de Asimov esteve centrada em inspirar aqueles que são adeptos da leitura de ficção ou os que tiveram o contato com esta, pela primeira vez, ao ler seu livro a buscar um conhecimento além do texto. Tal ação em muito contribui com o ensino de ciências. Ao professor, a despeito de qualquer outro objetivo alcançado, um não lhe pode faltar: inspirar seus alunos.

Asimov deixa claro que, não necessariamente, uma história deve prezar a todo passo pela exatidão científica, seja pela intenção do próprio autor, seja pelo limite científico da época em que foi escrita. Há exemplos em que o autor, mesmo sem deixar de apreender a atenção de seus leitores, mantém-se firme quanto à exatidão dos conceitos científicos. Outros, pela necessidade de criar tensão tornando mais cativante o enredo, deixam de lado os conceitos científicos ou ultrapassam os limites que a ciência de sua época impõe. Em ambos os casos existe um gancho educacional. O trabalho de encontrar, corrigir e discutir possíveis deslizamentos científicos, já em si, é uma forma de pesquisar e estudar ciência.

Capítulo 4

Dando Sentido ao Texto

Após caracterizar a literatura de ficção científica e definir a modalidade de texto a ser trabalhado, o conto, surge o questionamento: como analisar os textos escolhido? Para responder a esta pergunta é preciso estabelecer uma ferramenta linguística que auxilie a extrair a um nível mais profundo o significado imputado pelo autor ao texto. O importante de tal ação apoia-se na ideia de uma utilização mais planejada da literatura em aulas de Física, como todo e qualquer outro recurso alternativo para qualquer outra disciplina.

Buscar através de ferramentas acadêmicas uma análise dos textos além do improvisado, nos permite um espectro maior de abordagens metodológicas, e uma abrangência temática que vai além do puro conceito físico. Para isso seguiu-se os passos de Ramos (2012), que em sua dissertação realiza a análise de contos de literatura fantástica e sua relação com o ensino de Física. O autor utilizou a semiótica greimasiana como método de análise literária.

O primeiro conceito interessante a ser explicitado é o de Semiótica. Sendo uma ciência bastante ampla buscou-se uma definição voltada para este estudo, a linguagem, aqui relacionado ao ensino de Física. Neste âmbito Simões (2002) afirma:

a Semiótica vai fornecer meios de identificarem-se não só os signos com que se constrói o código utilizado, assim como os esquemas de construção textual, analisando-lhe como imagem, diagrama ou metáfora do mundo interpretado. (p. 2)

Identificando tais esquemas de construção nos textos, acreditamos tornar mais fácil a tarefa de elaborar propostas para a utilização destes em sala de aula. A Semiótica greimasiana busca o sentido para o texto a partir de três níveis de análise: fundamental, narrativo e discursivo. A análise flui do nível mais abstrato, o fundamental, para o mais concreto, o discursivo. Os três níveis agrupados formam o percurso gerativo de sentido que é “uma sucessão de patamares, que mostra como se produz e interpreta o sentido num processo que vai do mais simples ao mais complexo” (FIORIN, 2006, pg.7)

4.1 Nível fundamental

Ao nível semântico fundamental estão relacionadas as categorias mais básicas da construção textual. Estas categorias se constroem a partir das oposições semânticas,

na relação de contrariedade de dois termos. A cada um dos termos é atribuída uma qualificação eufórica ou disfórica, o que representa, respectivamente, valores positivos e negativos. É válido esclarecer que a oposição entre estes dois termos origina-se de uma característica comum a ambos e não pode, a oposição, ser estabelecida entre termos que não compartilhem nenhum traço de seu significado, como acentua Fiorin:

Uma categoria semântica fundamenta-se numa diferença, numa oposição. No entanto, para que dois termos possam ser apreendidos conjuntamente é preciso que tenham algo em comum e é sobre este traço comum que se estabelece uma diferença. Não opomos, por exemplo, /sensibilidade/ e horizontalidade/, pois esses elementos não têm nada em comum. Contrapomos, no entanto, /masculino/ a /feminino/, pois ambos se situam no domínio da /sexualidade/. (FIORIN, 2006, p. 8)

Fiorin defini ainda a relação de contrariedade entre dois termos de uma categoria semântica, quando guardam entre si uma relação recíproca de pressuposição. Por exemplo o termo /claro/ pressupõe o termo /escuro/ e vice-versa. A relação dicotômica entre os termos se dá por meio da asserção e da negação entre eles. Aplicando-se a negação aos termos chega-se ao que o autor define como contraditórios: /não claro/ é o contraditório de /claro/, bem como /não escuro/ é o contraditório de /escuro/. É importante ressaltar que o contraditório de um termo não representa o seu contrário, de modo que a ausência de /claro/ não possui mesmo valor semântico que /escuro/, tendo essa sua própria significância.

Há também a possibilidade de uma associação dos termos contraditórios formando termos complexos. A exemplo disso pode-se tomar a figura dos ciborgues na ficção científica. Sua forma híbrida resulta da junção de dois termos que se opõem semanticamente, /orgânico/ e /mecânico/.

No discurso cada termo de uma categoria é associado a uma das classificações semânticas /euforia/ e /disforia/. “O termo ao qual foi aplicada a marca /euforia/ é considerado um valor positivo; aquele a que foi dada a qualificação /disforia/ é visto como valor negativo. (FIORIN, 2008, p.23)

O trecho a seguir de *O Homem Bicentenário* de Isaac Asimov serve para exemplificar a atribuição de qualidades eufórica e disfóricas aos termos de uma dicotomia.

– Sim, e vezes sem conta ele adiou o pedido, receando magoar o senhor. Eu é que fiz com que ele, por fim, falasse com o senhor.

– Ele não sabe o que é a liberdade. Ele é um robô.

– Pai, o senhor não o conhece. Ele leu tudo que havia na biblioteca. Não sei que sentimentos há dentro dele, mas também não sei o que o senhor sente, por dentro. Quando o senhor lhe falar, constatará que ele reage às várias abstrações como o senhor e eu – e que mais importa? Se as reações de uma pessoa forem iguais às do senhor, que mais pode o senhor pretender?!

– A lei não aceitará esta atitude – disse o chefe, irritado. – Ouça aqui, seu! – Voltou-se para Andrew com voz deliberadamente irritada. – Só posso liberá-lo legalmente, e se a coisa chegar a um tribunal, não só você não terá sua liberdade, como também a justiça ficará ciente oficialmente de seu dinheiro. Dir-lhe-ão que um robô não tem direito de ganhar dinheiro. Será que esta trapalhada vale a perda de seu dinheiro?...

– A liberdade não tem preço, chefe – respondeu Andrew. – Mesmo a possibilidade de liberdade vale o dinheiro. (ASIMOV, 2001 p.179)

No texto a categoria de nível fundamental é /liberdade/ *versus* /servidão/, onde a primeira é eufórica e a disfórica. O robô Andrew deseja comprar sua liberdade ainda que esta represente um valor muito alto. A despeito disso seu proprietário não acredita na possibilidade legal da proposta, desejando que Andrew continue em sua servidão. Não é o leitor que estabelece os valores eufóricos ou disfóricos, esta definição cabe ao autor. Desta maneira em textos diferentes aos mesmos elementos sintáticos podem ser atribuídas qualidades semânticas distintas como esclarece Fiorin:

No texto de um ecologista, a natureza certamente será o termo eufórico e a civilização, o disfórico. Num texto que trate dos perigos da floresta, talvez a situação se inverta. Da mesma forma, o discurso de certos fundamentalistas que pregam a excelência do martírio valorizará positivamente a morte e negativamente a vida, ao passo que o discurso sobre a felicidade como algo do aqui e agora possivelmente considerará a vida como valor positivo e a morte como negativo. (FIORIN, 2006, p.23)

Obras diferentes podem atribuir valores eufóricos e disfóricos para o mesmo elemento de uma categoria semântica. Em *O Exterminador do Futuro* a relação entre a humanidade e os robôs é o elemento disfórico, tendo em vista que as máquinas têm o intuito de exterminar a humanidade. Enquanto que em *O Homem Bicentenário* esta relação é vista como totalmente vantajosa aos seres humanos tomando então valores eufóricos.

O nível fundamental, portanto, alicerça-se no reconhecimento da diferença entre dois termos que formam uma categoria semântica, sendo esta diferença fonte de significado aos termos e uma condição necessária para a existência do sentido. Esta oposição é a base de todo texto e norteará o discurso durante seu desdobramento

4.1.1 O quadrado semiótico

Originário da lógica Aristotélica, o quadrado semiótico representa uma importante ferramenta para o reconhecimento e análise das oposições de sentido básicas em um texto. Biasioli esclarece as diferenças básicas entre a Semiótica e a lógica Aristotélica:

A diferença entre a lógica Aristotélica e a Semiótica, no entanto, é que a primeira prioriza termos isolados, para só depois reuni-los mediante certas relações; já para a segunda, as relações vêm em primeiro lugar: os termos são somente intersecções de relações. Além disso, a Semiótica deve se ocupar de todos os tipos de discurso (os mitos, os sonhos, a poesia, entre outros), enquanto a lógica só trata dos textos ditos “lógicos”. (BIASIOLI, 2008, p.24)

Baseado nas relações de contrariedade e contraditoriedade o quadrado semiótico representa visualmente uma rede de relações e uma sequência de operações que reunidas são capazes de fornecer as condições essenciais para a existência do discurso.

Floch (2001, p.19) citado por Biasioli (2004, p.24) conceitua “o quadrado semiótico é uma representação visual das relações que entretêm os traços distintivos constitutivos de uma dada categoria semântica, de uma determinada estrutura”.

Como forma de exemplificar o quadrado semiótico será utilizada a oposição /bem/ versus /mal/, com seus respectivos contraditórios, /não bem/ e /não mal/ apresentados na Figura 2.

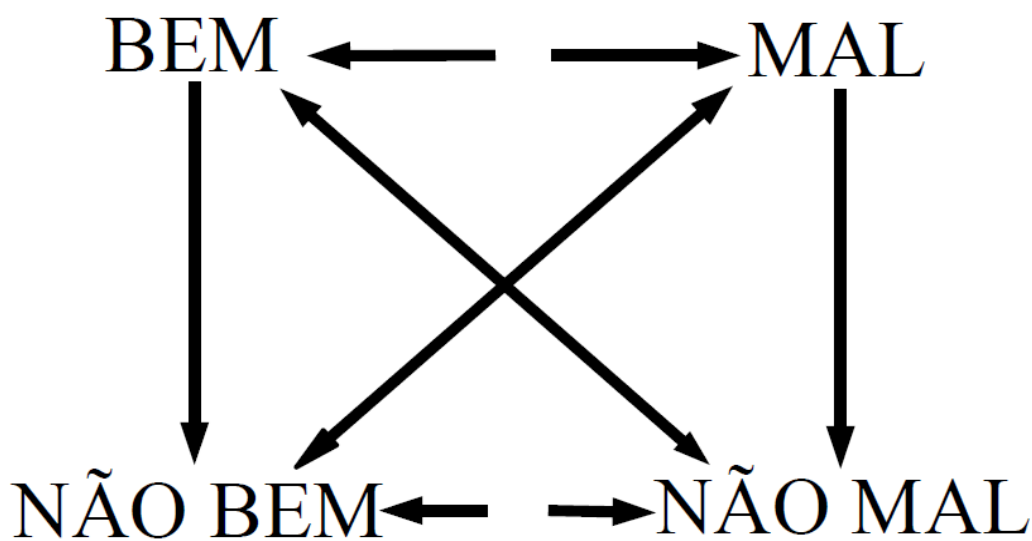


Figura 2. Quadrado semiótico /bem/ versus /mal/

Percorrendo o quadrado na direção /bem/, /mal/ e /não bem/, /não mal/ encontram-se as relações de contrariedade. Enquanto que nas diagonais /bem/ - /não mal/ e /mal/ - /não bem/ estabelece-se a contradição. Por fim aos eixos /bem/+mal/ e /não bem/ + /não mal/ estão contidas as categorias complexas de relação semântica onde os dois termos coexistem em um mesmo elemento.

Os eixos diretivos de contrariedade indicam uma oposição direta entre os termos, que dependendo do texto onde estão inseridos podem receber valores de euforia ou disforia. Os elementos contraditórios negam a contrariedade e depreendem termos em contradição, bem presume não mal e mal presume não bem. “Dessa forma, contrariedade, contradição e implicação compõem a semântica do nível fundamental e é a base para construção de um texto” como afirma Biasoli (2008, p.25). Utilizando o exemplo, poderíamos ter o bem → não bem → mal como a temática central de um texto.

Com a intenção de revelar o que existe de mais elementar por trás da expressão de um texto “o quadrado semiótico mapeia as relações e operações existentes a partir de uma oposição semântica básica, de modo a permitir o desvelamento das ideologias presentes através da observação das ausências”(BIASIOLI, 2008, p.25). Aplicando-se o quadrado semiótico, aquilo que não é dito também é revelado, o que está implícito também vem a tona junto ao que está explícito, é aí que se inicia a geração de sentido para o texto.

4.2 Nível narrativo

O nível narrativo se debruça sobre as transformações relacionadas aos sujeitos e objetos do texto. Estas transformações estabelecem-se entre dois estados sucessivos e diferentes. “Isso significa que ocorre uma narrativa mínima, quando se tem um estado inicial, uma transformação e um estado final.” (FIORIN, 2006, p.27)

A sintaxe do nível narrativo desenvolve-se a partir de dois tipos básicos de enunciado. Enunciado de estado pressupõe uma relação de conjunção, junção ou disjunção, entre sujeito e objeto: “Maria é bela”, neste enunciado a relação é de junção entre o sujeito “Maria” e o objeto “beleza”. Enunciados de fazer, referem-se a mudança de um estado para outro: “João foi promovido no emprego” marca a mudança de um estado, nível mais baixo para outro, nível mais alto na empresa que trabalha.

Assim como são dois os tipos básicos de enunciado, Fiorin (2006, p.28) defini também dois tipos de narrativas mínimas: a de privação e a de liquidação da privação. Na privação o estado inicial é conjunto e evolui para um estado final disjunto. Enquanto a liquidação de privação a ordem dos acontecimentos é invertida, primeiro a disjunção que evolui para uma conjunção.

Outra importante observação é a de não entrelaçar o sujeito com pessoa e o objeto com coisa. O sujeito representa uma figura narrativa que em algum momento entrará em conjunção com o objeto, qualquer um dos papéis pode ser desenvolvido por coisas, pessoas, animais. Como exemplo na frase “a caixa caiu sobre a cabeça de José” o sujeito aqui é a “caixa” que entra em conjunção com o objeto “José” ao cair sobre sua cabeça.

A evolução natural da narrativa é da mínima ou simples para a complexa, ou seja, da frase para o texto. O texto contém vários enunciados de estado e de fazer, entrelaçados. O percurso narrativo segue uma estrutura que compreende quatro fases: a manipulação, a competência, a performance e a sanção. Estas quatro fases encerram o percurso do sujeito, que segundo Biasioli (2008, p. 27), é o encadeamento lógico de um programa de competência, e uma de performance, com o intuito de obter seu objeto de valor.

Na manipulação, um sujeito desencadeia uma ação sobre outro a fim de levá-lo a *querer e/ou dever* realizar uma ação. Dentre as várias formas de manipulação, Fiorin (2006, p. 29) destaca quatro: a tentação, a intimidação, a sedução e a provocação. Na tentação o manipulador atribui um objeto de valor positivo a ação que será recompensada ao manipulado. Na intimidação as ameaças do manipulador impelem o manipulado a realizar a ação. Na sedução o manipulador ressalta características positivas do manipulado. Por fim na provocação é manifestado juízo negativo sobre o manipulado a fim de instigá-lo a realizar a ação.

Utilizaremos os exemplos resumidos por Fiorin para cada um dos tipos de manipulação abordados:

Tentação - “Se você comer, ganha um refrigerante”;

Intimidação - “Se você não comer, não vai assistir televisão”;

Sedução - “Pus essa comida no seu prato, porque você é grande e é capaz de comer tudo”;

Provocação - “Pus essa comida no seu prato, mas eu sei que, como você é pequeno, não consegue comer o que está aí”. (FIORIN, 2006, p.30)

A fase da competência encerra o momento em que o sujeito realiza uma transformação na narrativa por ser dotado de um *saber e/ou poder fazer*. No trecho de *O Homem Bicentenário*, o robô Andrew acumulou um grande quantia em dinheiro a partir da venda dos artefatos fabricados por ele, e deseja então alcançar o bem tão desejado, sua liberdade. Há exemplos bem claros, como “nos contos de fada, o poder aparece, por exemplo, sob a forma de um objeto mágico que dá ao príncipe o poder de vencer o dragão: ora é o anel mágico, ora a espada mágica, etc” (FIORIN, 2006, p. 30).

Após a aquisição da competência vem a mudança de um estado para outro na narrativa. Esta mudança está compreendida na fase da performance. Em nosso exemplo anterior Andrew passa de um estado de disjunção com sua liberdade a um estado de conjunção com ela, ao consegui-la diante do tribunal.

Por último chegamos a fase da sanção, onde as descobertas, revelações acontecem. Segundo Fiorin (2006, p. 31) é nela que se constata a realização da performance, e por consequência a transformação central da narrativa foi efetuada. No conto *O Segredo* de Arthur Clacke, é o momento em que o jornalista Henry Cooper descobre aquilo que lhe estava sendo omitido pela equipe de pesquisadores da estação lunar.

É importante salientar que a sequência canônica em uma narrativa assim como foi apresentado aqui, não estabelece uma estrutura rígida e imutável. A ordem cronológica de apresentação destas fases pode ser qualquer uma dependendo do texto analisado. Outras narrativas podem dar maior ênfase à apresentação de uma fase, assim como fases pode ser omitidas. Fiorin ainda observa que “as narrativas realizadas não contém uma única sequência canônica, mas um conjunto delas. Essas sequências podem encaixar-se umas nas outras ou suceder-se” (2006, p. 33).

Até o momento abordou-se a sintaxe narrativa, indo dos tipos de anunciados simples para construir as sequências simples, destas para as sequências canônicas até serem formadas as sequências complexas.

Deste ponto em diante será abordada a semântica do nível narrativo, que aborda os valores associados aos objetos que são de dois tipos: modais e de valor. Objetos modais estão relacionados a capacidade de concretizar a performance principal e são eles: o querer, o saber, o dever e o poder fazer. Os objetos de valor são aqueles com os quais a realização da performance principal leva a conjunção.

Usando como exemplo, o objeto modal para o robô Andrew é a riqueza acumulada com a venda de suas obras, que lhe possibilita entrar em conjunção com o objeto de valor que é sua liberdade. O mesmo objeto pode-se apresentar em diferentes narrativas como modal ou de valor. Para um investidor a riqueza acumulada pelas transações realizadas na bolsa de valores representa um objeto de valor enquanto sua capacidade de operar ações representa o *poder fazer*. Fiorin dá um bom contorno geral aos dois elementos:

Objeto-valor e objeto modal são posições na sequência narrativa. O objeto modal é aquele necessário para obter outro objeto. O objeto-valor é aquele cuja obtenção é o fim último de um sujeito. (FIORIN, 2006, p. 37)

4.3 Nível discursivo

No nível discursivo os termos aos quais foram dados forma abstrata, por exemplo a conjunção do robô Andrew com sua liberdade, ganham concretude. Deste modo a conjunção com a liberdade será apresentada na forma do reconhecimento legal do robô como um ente liberto. O teor concreto dado às formas abstratas permite ao nível discursivo produzir diversificações nas estruturas narrativas como coloca Fiorin:

Uma fotonovela, por exemplo, tem uma estrutura fixa: x quer entrar em conjunção com y, x não pode fazê-lo (há um obstáculo), x passa a poder fazê-lo (o obstáculo é removido), o amor realiza-se. Entretanto, seu nível discursivo varia. O obstáculo, por exemplo, ora é a diferença social, ora é a presença de outra mulher, ora é uma doença e assim por diante. (FIORIN, 2006, p. 41)

A exemplo de Ramos (2012), utilizemos o termo revestimento, para a relação entre os níveis narrativo e discursivo. Partimos de estruturas ainda abstratas e as revestimos com outras estruturas que as trazem para o plano do concreto. Esta ação permite a diversificação citada, já que as estruturas narrativas são invariante e as estruturas discursivas podem assumir os mais diversos papéis. Alçar o discurso para o plano concreto se faz de maneira geral em três ações específicas, como afirma o autor:

Dessa forma, essa estrutura invariante – nível discursivo – é revestida por personagens distintas (actorialização), colocadas em espaços (espacialização), e

tempos (temporização) diferentes. Revestimentos estes que fazem parte da sintaxe discursiva, que estuda as marcas da enunciação no enunciado, através da actorialização, temporalização e espacialização. (RAMOS, 2012, p. 69)

Além das estruturas relativas ao sujeito, o espaço e o tempo, Ramos traz também a tona a enunciação e o seu produto, o enunciado. Fiorin define a enunciação como “o ato da produção do discurso” (2006, p. 55). Atrelado a isso surgem duas figuras centrais na construção dessa relação, o enunciador, aquele que emite e o enunciatário, aquele a quem se destina o discurso. “O enunciador e o enunciatário são o autor e o leitor. Não são o autor e o leitor reais, de carne e osso, mas o autor e o leitor implícitos, ou seja, a imagem do autor e do leitor construídas pelo texto” (FIORIN, 2006, p. 56). *Eu, aqui e agora* compõe a instância que constitui a enunciação. O *eu* se dirige, e portanto pressupõe, o *tu*. Estes são os participantes da ação, os actantes. O espaço em que se situa o *eu*, o *aqui* define também os demais espaços da enunciação. O *agora* estabelece quando se dá a fala do *eu* e como consequência disso toda a temporalidade do discurso é definida.

A forma de enunciar imprime sua marca ao discurso projetando as diversas categorias de pessoa, tempo e espaço, lançando mão de dois recursos fundamentais: a debreagem e a embreagem.

A debreagem é o mecanismo de discurso em que são projetados a pessoa, o lugar e o tempo; que pode ser classificada em dois tipos. debreagem enunciativa e enunciva. Na debreagem enunciativa, o *eu-aqui-agora* da enunciação, são projetados no enunciado, instalando dentro deste os actantes enunciativos (*eu/tu*), os espaços enunciativos (*aqui, ai, etc*) e os tempos enunciativos (*presente, pretérito perfeito, futuro do presente*). (FIORIN, 2006, p.59).

Debreagem enunciva constitui-se com actantes, tempo e espaço que não pertencem a enunciação, o sujeito está na terceira pessoa (*ele*), o tempo não é o agora (*então*) e o espaço não é o aqui (*alhures*). Desta forma todos estes elementos pertencem ao enunciado e estão nele incluídos.

Para exemplificar tomemos o trecho da música Forró na Gafieira de Jackson do Pandeiro:

Eu fui ver um gafieira
Que fica em Jacarepaguá
Gostei daquela brincadeira
E a semana inteira eu fiquei por lá

A debreagem aqui é enunciativa, pois projeta o eu dentro do enunciado, temporaliza no passado, definindo assim o momento do ocorrido em um tempo anterior ao *agora* e situa em alhures o ocorrido quando estabelece Jacarepaguá em um espaço diferente do *aqui*.

O segundo mecanismo de enunciação, a embreagem produz-se a “suspensão das oposições de pessoa, de tempo ou de espaço” (FIORIN, 2006, p. 74). Isto é obtido a partir da utilização da terceira pessoa. Utilizando-se da terceira pessoa na narrativa alcança-se um efeito de objetividade ao se ressaltar um papel social em detrimento de uma subjetividade (ibid.)

Quando um professor diz “O professor não permite que o aluno utilize o aparelho celular durante a aula”, a utilização da terceira pessoa suspende a oposição entre o professor (*eu*) e o aluno (*ele*). Aqui se observa também o efeito de objetividade pelo destaque do papel social dos actantes e da omissão das subjetividades.

No que diz respeito a relação enunciador-enunciatário, a narrativa tem como objetivo final, não a informação, mas a persuasão do enunciador sobre o enunciatário, para que este aceite aquilo que lhe está sendo comunicado. Desta forma o ato de comunicar se apresenta como um “complexo jogo de manipulação com vistas a fazer o enunciatário crer naquilo que se transmite” (ibid.). Para atingir tais objetivos o enunciador lança mão de determinados procedimentos argumentativos, que são o conjunto de procedimentos lógicos e linguísticos utilizados para convencer o enunciatário.

A maneira de revestir os esquemas narrativos abstratos vem através de temas e figuras, com os respectivos processos de tematização e figurativização. Deste modo a *figura* define-se como “conteúdo de qualquer língua natural ou de qualquer sistema de representação que tem um correspondente perceptível no mundo natural” (FIORIN, 2006, p. 91). Enquanto o tema configura-se num investimento semântico, que não possui representação natural, estando situado apenas no campo do conceito. “Temas são categorias que organizam, categorizam, ordenam os elementos do mundo natural: elegância, vergonha, raciocinar, calculista, orgulhos, etc.” (ibid.).

Os textos figurativos têm como finalidade representar a realidade simulando-a, por outro lado os textos temáticos dispõe-se a explicá-la, dando-lhe ordem e estabelecendo relações de dependência. A relação entre tema e figura, não situa-se na

completa oposição concreto-abstrato, mas também na completude. A narrativa parte de um nível mais abstrato ao mais concreto. É importante advertir que a classificação entre figurativo e temático, vem da predominância de uma característica e não de existência exclusiva desta. Assim sendo encontram-se figuras em textos essencialmente temáticos e temas em textos predominantemente figurativos, pois há uma relação de completude entre ambos.

Por último o fenômeno que garante a coerência semântica em um texto, que permite diferenciar um texto semanticamente bem estruturado de um amontoado de frases sem qualquer ligação, a isotopia. Isótopo no ponto de vista da ciência são átomos de mesmo número atômico, mas com massas diferentes, que por isso ocupam o mesmo lugar na tabela periódica. A repetição, reiteração, redundância e a recorrência de um traço semântico em um texto é que faz dele uma unidade discursiva (FIORIN, 2006, p. 112). Isotopia, portanto, é essa repetição de um traço semântico, oferecendo ao leitor um plano de leitura e determinando um modo de ler o texto.

A análise semiótica aqui apresentada, tem desdobramentos e abordagens bem mais amplas quando estes são realizados em outros contextos. Em nosso caso tomou-se aquilo que servirá para, a partir dos textos selecionados, alcançar um maior aprofundamento em sua compreensão. Suas ferramentas serão utilizadas para extrair da obra, informações como o seu tema central, tempo, espaço, seu foco narrativo e como os eventos nele descritos relacionam-se.

A melhor compreensão do percurso gerativo de sentido aqui apresentado, virá com a aplicação dessa análise semiótica nos contos selecionados. Ao colocar em prática aquilo que a teoria oferece, é provável que fique mais claro o por que de cada elemento apresentado de maneira individual.

Pela complexidade do tema, a análise semiótica greimasiana pode ser encarada como algo a ser abordado por estudiosos do assunto ou como em nosso caso, como uma ferramenta necessária para o bom desenvolvimento de um trabalho acadêmico. De fato a complexidade é algo que afasta o estudo dessa ferramenta do professor em sala de aula. Entretanto se houver tempo disponível, apoio necessário e o material bibliográfico correto, seria muito benéfico a prática de qualquer educador uma maior compreensão e capacidade de análise de discurso.

O texto e sua compreensão são os primeiros e na maioria das vezes o maior obstáculo enfrentado pelos alunos. Textos simples, com poucas variantes de significado em enunciados de questões, são muitas vezes muralhas intransponíveis para os estudantes. Entender o que está além da superfície do texto ajudaria enormemente ao professor em sua árdua tarefa de guiar seus alunos pelo caminho do conhecimento.

Capítulo 5

Metodologia

Para dar forma e confiabilidade ao produto educacional, precisamos de um arcabouço teórico e metodológico que lhe sirva de alicerce. Esta estrutura será construída procurando um referencial que permita classificar o tipo de pesquisa realizada. Em seguida faremos a identificação do contexto social onde a pesquisa foi realizada e, por fim, delinearemos a matriz geradora do produto, que tomará forma no Capítulo 6.

5.1 Classificando a pesquisa

Esta etapa se inicia buscando definir qual o fenômeno de interesse de nossa pesquisa, que pela própria natureza do trabalho é intrínseco ter o ensino como objetivo mais geral. Todavia, como destaca Moreira (2011, p. 15), o ensino tem sempre como objetivo a aprendizagem e deixa de ter sentido se tratado de forma isolada. Entretanto a aprendizagem não é por natureza uma consequência necessária do ensino. Contudo é preciso verificar se houve a aprendizagem e para isso é necessário avaliá-la. Esta avaliação confere evidências não sobre aquilo que foi aprendido, mas também sobre o quanto o ensino foi causador deste processo (ibid.). Outro ponto importante que deve ser refletido, é que assuntos abordar no ensino, ou seja, o que deve ser ensinado, aprendido e avaliado. Nesse sentido, o currículo também se destaca como fenômeno de interesse da pesquisa.

Por último é fundamental considerar que a educação formal ocorre em um ambiente específico que faz parte de um contexto mais amplo, e estas partes não são independentes. A sala de aula está inserida na escola que por sua vez insere-se em uma localidade, com um contexto social com fundamental influência sobre o ambiente primário de ensino. Logo este contexto também deve ser observado pela pesquisa em ensino. “Assim, pode-se então dizer, de uma maneira bem abrangente, que o fenômeno de interesse da pesquisa em ensino tem a ver com o ensino, aprendizagem, avaliação, currículo e contexto” (Ibid, p. 16). A pesquisa debruça-se sobre o ensino de física e astronomia propondo uma metodologia cujo objetivo é a melhoria na forma de abordagem de seus conteúdos. Sem deixar de levar em conta o contexto social onde foi desenvolvida e dar relevância à avaliação do método através do depoimento dos estudantes.

De maneira sucinta procuraremos a partir de agora estabelecer uma classificação para a nossa pesquisa tendo como base três enfoques: abordagem, procedimento técnico e objetivos.

5.1.1 Quanto a abordagem

A escolha feita nesta etapa foi por uma abordagem qualitativa que tem como característica compreender e descrever um fenômeno, neste caso educacional, a partir de um ponto de vista onde a unidade estudada e a realidade social construída na qual está inserida estão intrinsecamente ligadas.

É preciso antes de apresentar definições que identificarão a pesquisa, realizar uma substituição de termos importante. Seguiremos a conceituação de Erickson (1986, p. 119 *apud* MOREIRA, 2011, p. 76 e 77) que utiliza o termo *interpretativa* para se referir ao escopo de abordagens participativas observacionais, em detrimento do termo *qualitativa*. Isto por ser o termo mais abrangente, evitando a ideia de ser apenas não quantitativa e por indicar a ideia principal da pesquisa: o significado humano em um contexto social e sua elucidação e exposição pelo pesquisador (MOREIRA, 2011, p.77).

A iniciativa de pesquisa ocorreu aplicando-se o produto educacional a turmas do Ensino Médio, com o objetivo de investigar como a utilização do conto de FC pode indicar uma maneira de aprimorar o ensino de física e astronomia. Apesar de os grupos de alunos não se configurarem como os objetos principais de estudo, é importante atentar para na interdependência entre os elementos envolvidos na atividade, e o quanto aquilo que foi observado esteve condicionado às circunstâncias e ao ambiente onde a pesquisa foi realizada.

5.1.2 Quanto ao procedimento técnico

A investigação está pautada em um tratamento interpretativo que busca compreender como uma aproximação entre duas áreas de ensino aparentemente distanciadas, ciência e literatura, pode representar melhorias sobre a prática docente. Por ter esta finalidade, a atividade ajusta-se melhor à categoria de *pesquisa-ação*, que tem como objetivo melhorar a prática muito mais do que gerar conhecimento. A produção e utilização do conhecimento se subordinam a este objetivo e estão condicionadas por ele (ELIOT, 1993, p. 67 *apud* MOREIRA, 2011, p. 90),

Para Thiollent (1985, p. 14 *apud* GIL, 2002, p. 55) pesquisa-ação pode ser definida como:

[...] um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Para Kemmis (1988, p. 174 *apud* MOREIRA, 2011, p. 93), “a pesquisa-ação é um processo colaborativo, autorreflexivo, no qual o envolvimento direto dos professores e outros implicados, na coleta de dados, análise crítica, reflexão, cria imediatamente um sentido de responsabilidade quanto à melhoria da prática”.

O professor pesquisador esteve inserido no processo, sendo parte ativa deste, de modo que a melhoria da prática educativa esteve baseado não só resultados obtidos como também naquilo que foi vivenciado até sua obtenção. A interação com os estudantes, a percepção das reações e a análise de seus depoimentos, fazem parte do processo de aperfeiçoamento.

5.1.3 Quanto aos objetivos

Do ponto de vista dos objetivos gerais a pesquisa classifica-se como exploratória tendo em vista que busca o aprimoramento das abordagens de ensino, o desenvolvimento da capacidade de argumentação e de reflexão, bem como o fortalecimento do nível de leitura dos estudantes.

5.2 Ambiente, contexto e sujeitos da pesquisa

A intervenção metodológica foi realizada na Escola de Ensino Fundamental e Médio Joaquim Alves, pertencente à rede pública estadual. Localizada no bairro Demócrito Rocha na periferia da cidade de Fortaleza, capital do estado do Ceará. A escola atende aos bairros Demócrito Rocha, Planalto Pici, Bela Vista e adjacências.

Nos anos (2013 a 2015) em que foram realizadas as atividades de pesquisa, a escola oferecia turmas no Ensino Fundamental e Médio nos três turnos, além de turmas de Educação de Jovens e Adultos a noite. A região possui grandes carências quantos as demandas relacionadas a cultura, saneamento, segurança e também educação. Haja vista que, inserida neste contexto a rede escolar local, por mais que ofereça vagas

suficientes para suprir a demanda, sofre interferências internas pelos problemas que a cercam.

A escolha da unidade escolar deu-se por dois fatores, o fato de ser a escola de atuação do professor pesquisador tem peso importante, pois facilita diversas etapas do processo, pela facilidade de acesso que este teve ao ambiente escolar. Entretanto acima disso o fato de tratar-se de uma escola dita *regular* da rede estadual, no sentido de não estar associada à educação profissional, ou fazer parte do grupo de escolas militares, teve maior importância. Buscou-se com isso uma aproximação da realidade que se encontra na maioria das escolas da região. O intuito foi que com essa similaridade o estudo possa ter identificação com um público mais abrangente.

As atividades foram aplicadas com alunos das turmas de 3ª série do Ensino Médio dos turnos manhã e tarde desta escola, situados numa faixa etária entre 15 e 18 anos. A escolha da última série do EM teve como base o fato dos alunos já se encontrarem mais maduros e com uma maior bagagem de conteúdos possibilitando uma gama maior de opções sobre que aspectos abordar no trabalho.

5.3 Delineamento metodológico da pesquisa

Como já foi explicitado, esta pesquisa se propõe a viabilizar uma proposta metodológica para o ensino de física e astronomia baseada na utilização de contos de ficção científica. O produto educacional desenvolvido trata-se de uma sequência didática que ao mesmo tempo aproxima os estudantes do contato com a literatura e forneciam um fértil terreno para que o professor pesquisador conduzisse a construção do conhecimento acerca dos tópicos física e astronomia contidos nos contos.

A escolha destes conteúdos esteve condicionada aos assuntos tratados no enredo das histórias escolhidas. Isto por que, priorizou-se a opção por histórias que se considerava com maior probabilidade de apreender a atenção dos alunos. No primeiro conto trabalhado os assuntos principais foram a Segunda Lei da Termodinâmica e o conceito de Entropia. Enquanto no segundo debruçou-se sobre conceitos de gravidade, pressão atmosférica, ao mesmo tempo em que se realizava um comparativo entre a constituição e as características físicas de diferentes planetas.

5.3.1 Sequência Didática

Com a intenção de tornar destacar para o professor o formato final de nossa proposta de aplicação do conjunto de atividades, e ao mesmo tempo facilitar a utilização direta desta, escolheu-se apresentar o material que resultou das pesquisas na forma de Sequência Didática (SD).

Zabala (1998, p.18 *apud* NOGUEIRA JUNIOR, 2008, p. 55) define sequência didática como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Outra linha de pesquisa com a qual encontrou-se grande identificação trata-se daquela que possui base no interacionismo sócio-discursivo. Para Dolz (2004, p. 96) “uma sequência didática é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito”. Esta última conceituação, voltada para a produção textual, tem muita proximidade com a proposta deste trabalho, pois investe em utilizar gêneros textuais como cerne das atividades desenvolvidas.

Zabala (1998) apresenta a estrutura básica de uma SD com os seguintes elementos: *apresentação da situação*, *produção inicial*, *módulos* (a quantidade de módulos depende do planejamento da atividade) e *produção final*. Esta estrutura esta voltada para uma atividade de produção textual ou oral, que não é especificamente o caso da nossa pesquisa, porém oferece um referencial muito propício para aquilo que pretendeu-se desenvolver.

Como primeiro momento tem-se a *apresentação da situação* que “visa expor aos alunos um projeto de comunicação que será realizado "verdadeiramente" na produção final.” Neste momento portanto os alunos podem construir a ideia do trabalho que será desenvolvido, propiciando assim um entendimento maior do processo.

A *primeira produção* consiste no momento em que os alunos tentam elaborar o primeiro texto, deixando claro para si mesmos e para o professor quais suas dificuldades que quais habilidades ou conhecimentos estão bem desenvolvidos para a atividade. Em nossa pesquisa esse momento deu-se através do questionário prévio, a partir do qual pode-se elencar os pontos a serem trabalhados nas etapas seguintes da aplicação.

Os *módulos* têm como objetivo trabalhar as dificuldades encontradas na primeira produção. Para nossa atividade isso ocorreu através dos questionários posteriores a leitura do conto, que desempenharam o papel de verificar aquilo que foi desenvolvido e também de instigar a busca pelo conhecimento sobre o assunto abordado.

A conclusão da SD ocorre com a produção final, na qual o aluno põe em prática aquilo que pode aprender durante a realização dos módulos. Além disso, nesta etapa é possível ao professor realizar a avaliação somativa.

Quer o professor utilize, nessa ocasião, tal e qual, a lista de constatações construída durante a sequência ou escolha uma grade diferente quanto a sua forma, o importante é que o aluno encontre de maneira explícita os elementos trabalhados em aula e que devem servir como critérios de avaliação. (ZABALA, 1998, p. 107)

Portanto, esta estrutura básica norteia, servindo como uma importante referência para a forma específica de elaboração e aplicação de nossa proposta.

5.3.2 Aplicação das Sequências Didáticas

As atividades foram realizadas com turmas diferentes em momentos diferentes. A que se referiu ao conto *A Última Pergunta* ocorreu no segundo semestre de 2014, enquanto a atividade que teve como base o conto *O Planeta Pesado* aconteceu no primeiro semestre de 2015. Nos dois casos os procedimentos básicos foram os mesmos. Iniciando com uma divulgação interna na escola convidando os alunos da 3ª série de EM para participar da atividade, limitando-se 20 vagas. Os encontros foram realizados fora do horário regular de aulas, mais especificamente aos sábados pela manhã, podendo assim atender a ambos os turnos, manhã e tarde. Com a lista de intenções preenchida foi impresso o material necessário a ser utilizado; textos, questionário e listas de frequência.

Para iniciar o primeiro momento presencial, com duração prevista de 100 minutos, os alunos receberam um maior esclarecimento sobre a natureza da atividade, inclusive que se tratava de um trabalho de pesquisa acadêmica. Em seguida cada aluno recebeu um questionário prévio⁵ a ser respondido antes que começassem a leitura do conto. O intuito do questionário foi levantar dados sobre o nível de leitura dos alunos, e também oferecer perguntas nos permitissem qualificar o quanto os alunos conheciam sobre os temas científicos abordados.

5 Os questionários prévios constam nos apêndices A e C.

Tendo respondido ao questionário prévio chegou o momento do contato com o texto. Respeitando as capacidades de leitura e compreensão de cada um, este momento durou cerca de 30 minutos em ambas as aplicações. Após esta etapa, realizou-se a recontagem coletiva, onde os alunos e o professor pesquisador lembraram os principais fatos narrados na história fazendo detalhamento da história, o intervalo de tempo durou cerca de 20 minutos. O momento da recontagem foi importante para que o professor auxiliasse os alunos possibilitando uma melhor compreensão do enredo. Neste estágio surgem as dúvidas e são dados os devidos esclarecimentos sobre significados de palavras, sobre informações contidas no enredo que não ficaram claras para os alunos e sobre as questões científicas abordadas na narrativa.

Seguindo com o planejamento da atividade o professor pesquisador procedeu com uma explanação teórica sobre os principais conteúdos apresentados pelos contos fazendo um paralelo com a forma como estes foram apresentados pelo autor. A ideia foi gerar subsídios para que os alunos pudessem embasar suas reflexões sobre aquilo que foi lido. Fortalecendo assim a conexão entre a literatura de ficção científica e a aprendizagem em física e astronomia.

Novas perguntas também surgiram, sendo algumas esclarecidas durante o momento e outras ficando como propostas para uma pesquisa posterior por parte dos alunos. Entre a explanação do professor, as dúvidas e questionamentos dos alunos e as orientações sobre as próximas etapas da atividade a duração deste momento foi de 50 minutos aproximadamente.

Ao final deste primeiro momento os estudantes receberam um questionário posterior⁶. A intenção deste questionário foi investigar se houve evolução quanto as informações e conhecimentos que os alunos já possuíam, a aprendizagem de novos conceitos, bem como qual suas impressões quanto a metodologia utilizada.

O momento de culminância ocorreu de maneira diferente em cada uma das aplicações, pois como se prevê em investigações interpretativas, a realidade construída e as circunstâncias são extremamente relevantes para o trabalho. Todavia ambas tiveram como base a discussão das perguntas e respostas contidas no questionário posterior e a reflexão sobre o quanto foi possível evoluir em conhecimento a partir da atividade.

⁶ Os questionários posteriores constam nos apêndices B e D.

Por fim utilizou-se a análise dos registros do momento de aplicação da prática pedagógica e os questionários e atividades realizados pelos estudantes para buscar maior compreensão sobre a proposta de ensino, mas também para aperfeiçoar o produto educacional a ser desenvolvido neste trabalho.

Capítulo 6

O Produto

São inúmeros os possíveis formatos de como se realizar uma proposta de ação pedagógica que tenha como a orientação relacionar a literatura de FC e o ensino de física e astronomia. Apresentar qualquer uma como sendo algo totalmente original seria no mínimo imprudente. Deste modo neste capítulo será compartilhada a experiência com a aplicação de uma destas possibilidades. Sua primeira seção traz uma forma alternativa, e mais simplificada que a análise semiótica, de como destacar as principais características de um conto.

Nas duas seções seguintes serão apresentadas a descrição da forma como foi realizada esta proposta desde a análise segundo a semiótica greimasiana, até a elaboração das sequências didáticas⁷ a partir de sua aplicação. Por último a continuação deste trabalho na forma de uma extensão do produto educacional. Esta extensão consiste na gravação dos dois primeiros episódios de uma série de programas no formato *podcast*. A intenção é difundir e o compartilhar ideias e metodologias de como se aliar o ensino de física e astronomia à ficção científica.

6.1 Como escolher o conto

A intenção primeira da leitura de um conto é a do entretenimento, o enredo deve apreender a atenção, os personagens devem despertar a curiosidade, admiração ou aversão. Os artefatos ou tecnologias apresentados devem instigar a imaginação do leitor. A empatia com a obra é algo bastante subjetivo e não há uma regra que a determine.

O que pode ser determinante para a escolha de um conto com fins didáticos está muito baseado na subjetividade de quem o faz, entretanto esta escolha precede de uma análise minimamente criteriosa. A primeira exigência deve ser a da qualidade, e não se pretende fazer uma referência a uma crítica literária erudita. A questão é, se o professor ao ler a obra percebeu nesta o potencial para conquistar seus alunos, e se no seu entender a chances de que ela agrade a boa parte dos futuros leitores.

⁷ As sequências didáticas desenvolvidas para este produto educacional constam nos apêndices E e F.

Entretanto para aquele que não tem nenhuma familiaridade com a literatura de ficção científica deixa-se alguns encaminhamentos que possam servir de guia em um contato inicial. Tomando como pressuposto a ficção para ser usada em sala de aula, um bom início seria partir da chamada Era de Ouro da FC, que compreende diversas obras editadas entre os anos 1940 e 1950 nos Estados Unidos, a maioria publicadas em revistas especializadas.

Neste período prevaleceram as diretrizes do escritor e editor Joseph W. Campbell. A frente da revista *Astounding Science Fiction*, principal publicação do gênero, Campbell buscou-se conciliar qualidades literárias, com rigor científico a histórias que apreendessem a atenção do público. Por mais improvável que fosse o enredo, deveria está referenciado em algum fundamento científico, ou ser um possível desdobramento de tecnologia factível da época. Isso torna estas histórias muito férteis em possibilidades de uso didático.

Independente da época, as obras dos autores que forma o chamado ABC da ficção científica, Isaac Asimov, Arthur Clarke e Ray Bradbury, são também ótimas fontes de possíveis aplicações para a sala de aula, com obras que em geral classificam-se na definição de FC *Hard*, mas que permitem reflexões sobre a relação entre a sociedade, a tecnologia e o meio ambiente. Com destaque para as coletâneas *Para Onde Vamos?* de Asimov e *A Sonda do Tempo* de Clarke, que trazem contos selecionados pelos autores com base na relação com a aprendizagem em ciências.

Feita a escolha é importante apontar elementos principais de um conto que deve-se observar antes de se produzir uma proposta pedagógica. No Capítulo 4 apresentou-se uma análise a partir da semiótica greimasiana que tem como característica a construção do *percurso gerativo de sentido*. Esta análise será realizada com os contos que selecionados, porém por seu caráter complexo, fizemos aqui apenas uma compilação de seus principais tópicos.

6.1.1 Roteiro simplificado para análise do conto

O cotidiano dos professores é conhecidamente corrido, e a reclamação quanto ao excesso de obrigações frente a reduzida disponibilidade de tempo. Esperamos que o profissional que desejar e tiver condições, possa ampliar seus horizontes apropriando-se de uma área de conhecimento diferente. Todavia como uma opção a este tipo de análise

de texto, que considera-se ter relevância muito mais justificada em um trabalho acadêmico, foi feita uma adaptação de uma lista de questionamentos proposta por Allen (1974) como um roteiro para leitura de ficção científica. A ideia é fornecer uma alternativa mais simples à análise semiótica para se identificar os principais elementos de um conto de FC.

1. Quais são os mais importantes acontecimentos da história?
2. Quem são os principais personagens na obra e quais são as características mais importantes?
3. Quais funções esses personagens exercem na sequência cronológico-causal de acontecimentos da história?
5. Quais são os detalhes mais importantes de cenários físicos do conto?
6. Como esse cenário afeta outros aspectos do conto?
7. Quais as principais questões que pode-se destacar no conto?
8. Como o cenário social afeta outros aspectos do conto?
9. Que questões ou conceitos científicos parecem dar impulso à trama?
11. Qual é o foco narrativo na obra? Ou seja, quem está contando a história, onde se encontra em relação à ação e quais atitudes demonstra ao contá-la?
12. O que torna este conto uma ficção científica?

6.2 Conto 1: O Planeta Pesado de Milton Rothman

O autor Milton A. Rothman era ainda um brilhante estudante de Física na época em que escreveu *O Planeta Pesado*, vindo a se tornar o reconhecido pesquisador em sua área. Físico nuclear, Rothman trabalhou de 1959 a 1969 no *Princeton Plasma Physics Laboratory*, mais especificamente no projeto *Matterhorn*, onde estudou o método de aquecimento de gases ionizados a altíssimas temperaturas. Nesta época escreveu o livro *The Laws of Physics*⁸. O conto que escolhemos para desenvolver esta proposta é, de fato, entre suas histórias de ficção científica aquela que possui maior destaque, em uma

8. As Leis da Física (Nossa tradução)

antologia póstuma lançada em 2004 e que leva o título *Heavy Planet and Other Science Fiction Stories*⁹.

Publicado pela primeira vez na edição de Agosto de 1939 da revista *Astounding Science Fiction*, o conto *Planeta Pesado* está na antologia de contos, já citada no Capítulo 3, *Para Onde Vamos?*. A história explora algo que até a época tinha pouca atenção dos autores de FC. Supor ou citar a pressão atmosférica e o campo gravitacional são bastante importante em ficção científica, um vez que estes mudam de acordo com o planeta ou corpo celeste e devem ditar as condições onde a história está ambientada.

Em nosso sistema, excluindo-se o Sol, apenas quatro corpos apresentam campo gravitacional maior que a Terra: Júpiter, Saturno, Netuno e Urano. “Estes planetas gigantes possuem igualmente atmosferas gigantescas – muito mais densas, de maior profundidade, implicando em pressões bem mais intensas do que as relacionadas à atmosfera terrestre” (ASIMOV, 1979, p. 88).

A análise feita por Asimov em 1979 não previa possibilidade de humanos pousando a tais planetas exatamente pela nossa impossibilidade de exposição a campos gravitacionais maiores que o nosso. Atualmente as previsões não são diferentes, nos planos de conquistas espaciais da humanidade Marte seria o próximo destino.

É comum em histórias de FC que mundos alienígenas tenham condições ambientais parecidas com o planeta Terra, e isto traz várias vantagens quanto a coerência de vários aspectos do enredo. Entretanto neste conto em específico o autor buscou um caminho diferente:

Menos familiares são as descrições de condições tais como as de Júpiter, como acontece em “O Planeta Pesado”. Rothman trabalhou duramente para que as estranhas condições em sua superfície se tornassem compreensíveis para nós. (ASIMOV, 1979, p.88)

Outro aspecto científico importante abordado na história é a energia nuclear. Em 1939 quando a história foi publicada o processo de desintegração do urânio estava em vias de ser descoberto. Não há uma antecipação por parte do autor desta descoberta, entretanto são sugeridas as possibilidades da utilização da energia contida no núcleo atômico para fins de exploração espacial e o que mais vier associado a isso em nível de desenvolvimento científico.

9. Planeta Pesado e Outras Histórias (Nossa tradução)

6.2.1 O enredo

A história de *O Planeta Pesado* inicia-se com a apresentação do personagem Ennis, que ao que se pode entender, é provavelmente um militar. Em uma patrulha de rotina pelo oceano ele se depara com um objeto estranho que cai ao mar, chamando sua atenção. Quando consegue enxergar melhor percebe que trata-se de uma aeronave distinta de qualquer outra por ele conhecida. O patrulheiro suspeita que aquele objeto era propelido por um tipo de energia ainda não desenvolvido em seu planeta. Surge então o personagem Shadden, que pode-se supor ser um cientista ou alguém ligado à ciência. Esta tal fonte de energia seria algo que Shadden busca a anos e por isso Ennis se apressa em adentrar a nave e confirmar sua suspeita.

Ao fazer contato com a nave, Ennis percebe que sua estrutura, apesar de metálica, é frágil ao ponto de ser amassada pelo vento e até mesmo rasgado pelo toque de suas mãos. Neste momento o autor deixa claro tratar-se o ambiente de um outro planeta, com condições de pressão e gravidade bem mais intensos aos que se experimenta na Terra. Após examinar cuidadosamente o interior da nave ele se depara com aquilo que procurava, um objeto que pela descrição seria um tipo de reator nuclear. Já sabia ele que esse tipo de energia seria revolucionário em seu planeta, pois seria esse o único modo de vencer sua devastadora gravidade.

Quando está prestes a deixar a aeronave Ennis é surpreendido pela sirene de uma embarcação, um navio de guerra de uma nação inimiga. Os Maraks são descritos como uma nação guerreira pelo narrador, e aplicariam aquela tecnologia para fins bélicos, subjugando as demais nações em seu planeta e outros planetas que fosse possível alcançar. A história então se desdobra pautada no embate entre Ennis e seus inimigos dando espaço para o narrador descrever vários aspectos do Planeta Pesado e seus habitantes.

6.2.2 Nível fundamental

Ao nível fundamental destacam-se duas oposições de sentido: /vida/ versus /morte/ e /conhecimento/ versus /obscurantismo/. A primeira está ligada a ação de Ennis ao arriscar sua vida contra um navio de guerra inimigo, para evitar que a tecnologia trazida pela nave desconhecida fosse capturada por outra nação que classificou como

bélica. Sendo um especialista em combate corporal e aparentemente dominar táticas de guerra ele consegue subjugar os soldados inimigos e proteger a tecnologia.

A segunda oposição de sentido, /conhecimento/ versus /obscurantismo/, está relacionada aos possíveis avanços que a tecnologia atômica pode proporcionar aos habitantes do Planeta Pesado. A gravidade gigantesca vence qualquer tipo de propulsão por energia química. Por mais que tenham tentado, ainda não haviam conseguido desenvolver formas de utilizar a energia atômica, única capaz de vencer esta gravidade e possibilitar romper as fronteiras de sua atmosfera. Tal tecnologia teria drástica influência nos rumos de todo o planeta, podendo ser utilizada para fins bélicos, caso fosse obtida pelas nações inimigas. O texto não deixa claro se a utilização por parte da nação de Ennis seria pacífica, deste modo não pode-se imputar outra oposição de sentido que seria: /bélico/ versus /pacífico/.

6.2.3 *Nível narrativo*

O sujeito de O Planeta Pesado é Ennis, que tenta entrar em conjunção com o objeto de valor, a tecnologia atômica. O anti-sujeito é aqui representado pela tripulação do navio de guerra Marak, que tenta impedir que o sujeito o faça.

A manipulação ocorre quando se atribui valor estratégico altíssimo ao artefato que a nave alienígena traz consigo, estimulando ambos os lados a não medir esforços para consegui-lo. A competência se dá quando Ennis encontra uma arma atômica que lhe possibilitará vantagem num combate desigual contra vários soldados inimigos. A performance ocorre quando o actante se mantém vivo, mesmo que em desvantagem numérica e consegue recuperar a arma atômica. Por último a sanção, quando Ennis finalmente derrota o navio Marak com um disparo da arma atômica, assegurando assim a posse da nova tecnologia.

Analisando a semântica do discurso, o objeto de valor é o “gerador atômico” e a tecnologia nele envolvida. Esta representa uma possibilidade de avanço científico e tecnológico pela qual vale a pena arriscar a própria vida. Tal importância fica clara no trecho abaixo:

Passou depois por uma porta que era maciça, apreciavelmente compacta até mesmo em seu planeta – e ali estava a coisa. Reconheceu-a imediatamente. Era grande, grossa e forte. O metal era macio, mas de espessura suficiente para manter-se sem desagregar-se sob a enorme força de atração do seu mundo.

Jamais havia visto qualquer coisa igual àquela. Era cheia de cabos, espiras, magnetos e dispositivos de formatos desconhecidos para ele. Shadden porém saberia. E não somente ele mas, quem sabe, quantos e muitos outros cientistas antes dele, haviam tentado inventar alguma coisa que pudesse fazer o que aquilo poderia – mas todos haviam falhado. E sem as coisas que aquela máquina poderia executar, a raça dos homens do Planeta Pesado estaria condenada a permanecer na sua superfície, irremovivelmente agrilhoados ali pela esmagadora gravidade. (ASIMOV, 1979, p. 80)

Por último a este nível, pode-se constatar que a narrativa mínima, é do tipo liquidação da privação. Ennis apesar de quase ser morto, finda por assegurar o objeto, indo portanto, de um estado de disjunção para uma conjunção com o objeto de valor.

6.2.4 Nível discursivo

A este nível do percurso estruturas que anteriormente foram apresentadas de maneira abstrata, são revestidas e ganham concretude. A actorialização se dá primeiro com Ennis, que é descrito como forte, inteligente, conhecedor de tecnologias avançadas, especialista em combate corporal. Em seguida pode-se considerar como sujeito genérico o soldado Marak, que apesar de forte, é pouco inteligente, inferior no combate corporal e não é capaz de reconhecer tecnologias avançadas. A temporalização se dá no tempo presente, os eventos acontecem enquanto o texto é lido.

É especialmente interessante, para fins didáticos do ensino de Física e Astronomia, ou para o leitor que se afeiçoa as questões científicas, a espacialização do conto. O Planeta Pesado está claramente em outro sistema estelar que não o nosso, um que possui apenas cinco planetas como deixa claro na citação abaixo:

Ennis agora estava numa sala cheia de botões e painéis nas paredes, aparentemente uma sala de controle. No centro havia uma mesa e, sobre ela, um mapa – um mapa de um sistema solar. Mostrava nove planetas – enquanto o seu tinha apenas cinco. (1979, p. 79)

Ao mesmo tempo que situa o espaço em outro sistema, o autor indica possibilidades da origem da nave alienígena ser oriunda de um dos planetas que orbitam nosso Sol. Vale ressaltar que em 1939 quando foi escrita Plutão ainda era considerado um planeta.

Além disso na espacialização, o ambiente do Planeta Pesado, como o próprio nome indicia, é descrito como oferecendo condições de gravidade e pressão extremamente intensas:

Nada havia permanecido em sua forma original. Maquinaria mutilada e amassada, tubos de vácuo quebrados, peças vergadas, tudo havia sido arruinado pela gravidade e pela pressão. No chão havia uma massa que não examinou acuradamente. Parecia mais uma geleia vermelha, comprida e adelgada pelo efeito da gravidade cem vezes mais forte e de uma atmosfera dez mil vezes mais pesada do que aquela para a qual fora criada. (1979, p. 79)

Quanto a forma de enunciar, ela é tal que o actante não pertence a enunciação, ou seja, não é ele que narra a história. Deste modo o personagem é posto em terceira pessoa. O autor utiliza a debreagem enunciativa.

Os temas e figuras surgem para dar a textura do concreto às estruturas antes apresentadas. De maneira geral o texto é predominantemente figurativo, tendo representações no mundo natural para os elementos abstratos. O gerador atômico é a figurativização do desenvolvimento científico ainda não alcançado, aquilo que pode revolucionar a sociedade do planeta. A atmosfera e a gravidade avassaladoras são as figuras da natureza extremamente agressiva no planeta. Sobretudo para tudo aquilo que se originar de outros planetas onde as condições são mais amenas

Não foram explorados todos os elementos que constituem a complexidade da semiótica greimasiana e de seu percurso gerativo de sentido. A ideia principal é levar ao professor ferramentas pontuais, ou partes destas, para que a análise de um conto. Ao ser utilizado em uma sequência didática, por exemplo, elementos significativos relativos a ciência e seus desdobramentos na sociedade possam ser observados com mais minúcia. A análise semiótica não garante nem tem este intuito a priori, entretanto ao examinar o texto buscando seus sentidos mais fundamentais, fatalmente encontrar-se-á detalhes que tornarão rica uma abordagem que entrelaça as linhas de linguagem e ciência.

6.2.5 Tópicos para sala de aula

Ao sugerirmos tópicos importantes a serem abordados em sala de aula, nos concentraremos no comparativo entre as características físicas e ambientais entre os planetas. O conto aborda também a temática da energia nuclear, entretanto por serem dois temas com grandes possibilidades de desdobramento, fez-se necessário escolher apenas um.

A primeira análise com fins pedagógicos sobre esse conto é de Asimov (1979), além de tecer comentários importantes sobre a obra e o autor. O escritor deixa questionamentos sobre o conteúdo científico da história que podem guiar o leitor num

aprofundamentos em seus conhecimentos sobre ciência. Seguindo esta iniciativa seguem algumas das indagações propostas por Asimov em 1979:

1. O que é conhecido com relação ao planeta Júpiter, abaixo da mais alta camada da atmosfera – o que é exatamente tudo o que vemos? Qual a natureza química da atmosfera? Qual a sua profundidade? Qual a sua pressão do ar sobre uma superfície sólida? O que equivale a uma superfície sólida? Que sabe você sobre os outros três planetas gigantes? São eles iguais?

2. A história diz que “O Planeta Pesado” faz parte de um sistema contendo apenas cinco planetas ao todo. O ser de “O Planeta Pesado” sabe disto, portanto o seu povo aparentemente desenvolveu a astronomia. Suponha porém que imaginemos uma raça de seres inteligentes sobre a sólida superfície de Júpiter: que conhecimentos teriam eles de astronomia? Que poderiam contemplar nos céus, através da atmosfera de Júpiter? Que métodos podem ser usados para obter conhecimentos de astronomia, mesmo na ausência de visão direta? (ASIMOV, 1979, p. 89)

As questões propostas por Asimov são muito pertinentes e permitem uma discussão bastante ampla do texto e do tema. Em primeiro lugar tomando o posicionamento etnocêntrico da narração, ele propõe a comparação do Planeta Pesado com Júpiter, sugerindo então para uma busca por informações que em si já compõe elementos para várias aulas de Astronomia e Física. Ao propor que se supusesse uma astronomia desenvolvida em Júpiter, a partir de suas condições o escritor traz a reflexão para as origens e o desenvolvimento da nossa Astronomia. Até que ponto as condições físicas do um planeta moldam a forma como, a partir dele, estuda-se o Universo?

Abordaremos agora outros pontos relevantes para o ensino de Física e Astronomia encontrado na obra, seguidos de perguntas sugestões que foram elaborados para o presente trabalho.

6.2.5.1 O tamanho e massa do Planeta Pesado

“No chão havia uma massa que não examinou acuradamente. Parecia mais uma geleia vermelha, comprida e adelgada pelo efeito da gravidade cem vezes mais: forte e de uma atmosfera dez mil vezes mais pesada do que aquela para a qual fora criada” (ASIMOV, p. 79, 1979).

No trecho o narrador afirma valores comparados entre a gravidade e a pressão atmosférica do Planeta Pesado e o local de origem da nave, que pode se supor ser a Terra. A partir dessas informações podemos calcular valores aproximados para tamanho e massa do planeta, e ainda compará-los aos dos planetas do sistema solar.

6.2.5.2 Como enxergam os habitantes do Planeta Pesado?

“Não havia luz, mas ele não notou. Podia ver bastante bem por infravermelho e a quantidade de energia necessária para sustentar o seu compacto gigantismo, mantinha-o em radiação constante” (ROTHMAN, p. 80, 1979). Por que os habitantes do Planeta Pesado enxergam muito bem em infravermelho enquanto nós somos “cegos” para esta frequência? Que fatores fazem com que nossa visão esteja limitada a faixa de frequência limitada pelo infravermelho e o ultravioleta? O sol do Planeta Pesado é descrito como uma estrela vermelha, é este um fator determinante para o modo como seus habitantes enxergam?

6.2.5.3 Fundindo metal entre as mãos

[...]então, tomando as arestas das partes rompidas, apertou-as, comprimindo-as em seguida. O metal tornou-se maleável em suas mãos e começou a fluir. As bordas da placa soldaram-se sob aquela poderosa pressão” (ROTHMAN, p. 84, 1979).

É possível fundir duas peças de metal apenas com a pressão? Qual seria o nome deste fenômeno físico? Ennis é algum tipo de super-homem, ou a qualidade do metal da nave é que não merece confiança?

6.3 Conto 2: A Última Pergunta de Isaac Asimov

Publicado no Brasil em 1971 na coletânea de contos *Nove Amanhãs: Contos de Um Futuro Próximo*. *A Última Pergunta* traz uma narrativa que nos faz refletir sobre duas perguntas básicas e frequentes da humanidade: de onde viemos? E para onde vamos? Dedicado mais especificamente a ponderar sobre a segunda o conto gira em torno de uma questão central: “o sistema de entropia do Universo pode ser revertido?” (ASIMOV, 1971, p. 109).

6.3.1 O enredo

A história inicia-se em 2061 quando dois operadores do supercomputador em meio a uma bebedeira discutem sobre a finitude da energia útil no Universo. Multivac era *autoajustável* e *autorregulável*, de modo que os operadores Adell e Lupov tinham apenas a tarefa de abastecê-lo com dados, transcreviam as perguntas e traduziam as respostas dadas pelo gigantesco sistema (ASIMOV, pg. 107). A conversa desdobra-se em termos de entropia e então ambos resolvem levá-la a MULTIVAC, para que com sua capacidade de processamento muito superior ao raciocínio humano este possa encontrar a resposta.

Como era de se esperar o computador não tem uma resposta definitiva e apenas lhes responde com uma frase que se repetirá bastante durante toda a narrativa “dados insuficientes para uma resposta significativa”.

A partir deste ponto a história se desdobra em outras pequenas histórias que evidenciam grandes avanços na linha do tempo. A cada salto temporal os novos personagens são levados em algum momento a questionar as evoluções de MULTIVAC sobre a possibilidade de reversão da entropia. O autor utiliza destes lapsos temporais para evidenciar os avanços tecnológicos na figura dos supercomputadores e das conquistas que estes proporcionam a humanidade. Entretanto a despeito de glórias como a colonização completa do Universo conhecido e da imortalidade, a certeza do fim aflige o Homem em toda sua trajetória evolutiva.

6.3.2 Nível fundamental

Em A Última Pergunta os termos que compõe as categorias de oposição de sentido são: /finito/ versus /infinito/, /mortalidade/ versus /eternidade/, /reversível/ versus /irreversível/.

A primeira categoria está presente no primeiro diálogo do texto entre os personagens Lupov e Adell, técnicos do primitivo Multivac, e se repete ao longo de toda narrativa. O supercomputador resolve a questão energética do planeta Terra, encontrando uma maneira de converter e armazenar a energia solar em escala planetária. A discussão tem início quando Adell afirma que a humanidade tem então uma fonte de energia infinita, que pode usá-la como bem entender e esta nunca se esgotará.

Agora temos toda a energia de que precisamos, podemos usá-la à vontade. É tanta energia que, se quiséssemos, poderíamos transformar a Terra numa imensa massa de ferro impuro derretido, e ainda assim ela não acabaria. Toda a energia que viermos a precisar, para sempre, para todo o sempre. (ASIMOV, 1971, p.108)

De pronto Lupov rebate a afirmação do colega e o lembra que por mais que durem por um tempo que eles não serão capazes de presenciar o fim desse recurso, um dia há de findar-se.

Lupov levantou a cabeça e olhou meio de lado. Ele tinha o costume de fazer isso quando queria contestar alguém, como pretendia fazer agora, em parte porque tivera que carregar os copos e o gelo.

- Para sempre, não - disse ele.

- É quase isso, cara. Até que o Sol se apague, Bert.

- Isso não é para sempre.

- Tá bom, tá bom. Bilhões e bilhões de anos. Talvez vinte bilhões de anos. Está satisfeito?

Lupov passou os dedos entre os seus raros cabelos, como estivesse se certificando de que ainda restavam alguns fios, e sorveu seu drinque lentamente. - Vinte bilhões de anos não são a eternidade. (ASIMOV, 1971, p. 108)

Pode-se perceber nos fragmentos há também uma contraposição entre a /parcialidade/ e a /totalidade/. Lupov analisa a situação a partir de um ponto de vista inserido na escala de tempo do Universo, enquanto Adell encara a questão a partir do tempo de um ser humano ou da própria humanidade. A categoria seguinte a ser destacada, /mortalidade/ versus /eternidade/, está em outro ponto importante do enredo. A imortalidade, conseguida pela humanidade através do AC Galáctico, é um dos alicerces da narrativa. A partir dela a humanidade pode, povoar incontáveis galáxias e acompanhar a evolução da entropia do Universo até seu estágio máximo.

Deste modo a perspectiva da narração evolui de um estado onde a morte é uma certeza, para outro onde ela deixa de ser uma preocupação para os seres humanos. A eternidade tem valor eufórico, tendo em vista que os personagens valorizam o fato de a morte não ser mais algo a se preocupar. Na Figura 3 é apresentado o quadrado semiótico que representa esta relação.



Figura 3. Quadrado semiótico /mortalidade/ versus /eternidade/

Por último, e ainda relacionada com as categorias anteriores /reversível/ e /irreversível/. Nesta história a oposição de sentido, a possibilidade de reversibilidade está

relacionada a entropia do Universo. Com a possibilidade da utilização da energia das estrelas para o desenvolvimento das atividades humanas e expansão de seus domínios, começa-se a questionar até quando o Universo sustentará tal demanda. E quando toda a energia útil se esgotar, será possível recomeçar tudo em um infindável ciclo? O que ocorre quando a entropia atingir seu valor máximo?

6.3.3 Nível narrativo

A história segue a seta do tempo, dando saltos de milhares e até milhões de anos, enumerando vários personagens. Entretanto, um está presente em todos os lapsos de tempo relatados, a inteligência artificial que conduz a humanidade em sua jornada, iniciado com Multivac até seu estágio mais evoluído, o AC Cósmico. Apesar dos diálogos do supercomputador serem curtos e repetitivos durante a narrativa, tudo o que se conta está relacionado a seus feitos. Sendo o sujeito da narrativa, o seu objeto de valor é a resposta a pergunta sobre a reversibilidade da entropia, a ele repetida por vários seres humanos.

A narrativa parte de um estado de privação, quando se deseja encontrar um forma de reverter a evolução da entropia, para um estado final de liquidação desta privação quando o AC Cósmico chega a resposta para a última pergunta reverte o estado final de entropia do Universo.

A primeira fase do percurso narrativo dá-se na manipulação. Adell e Lupov, em uma conversa regada a álcool discutem e levam a Pergunta ao Multivac. Lançada a questão o supercomputador e seus sucessores passam a acumular dados para tentar respondê-la. Procurando uma linha central na história, percebe-se que todas as outras fases competência, performance e sanção, ocorrem juntas ao final da história quando finalmente o AC Cósmico descobre como e reinicia o estado de entropia do Universo.

6.3.4 Nível discursivo

Vamos agora encontrar maior concretude nas estruturas descritas até aqui. Definir a actorialização neste conto é de certa forma complexa se tentarmos abarcar todos os personagens que nela se apresentam. O supercomputador Multivac e seus sucessores metaforizam a evolução da ciência e da tecnologia. Sua existência estaria vinculada ao fato de fornecer à humanidade as respostas e ou soluções para tudo aquilo que se colocasse a frente de seu domínio do Universo.

Vários personagens interagem com o computador e estes também alegorizam papéis sociais. Hora são cientistas ou técnicos em ciência que discutem sobre a questão da entropia e acabam recorrendo à tecnologia para tentar respondê-la. Hora tem-se pessoas sem necessariamente alguma ligação com a ciência que participam da expansão colonizadora da humanidade pelo espaço. Elas demonstram total confiança na capacidade de seus computadores em guiá-los na conquista de novos territórios. O autor representa nesta passagem uma visão da sociedade que deposita na tecnologia todas as suas expectativas quanto a um futuro melhor. Esta perspectiva reflete muito do autor que em grande parte das suas obras adota uma visão eufórica da relação homem máquina.

Apesar de a narrativa realizar saltos na linha de tempo, o narrador está sempre presente aos acontecimentos, situando o tempo no agora. O espaço da história está sempre ligado a ambientes tecnológicos e ou espaciais. Desde a primeira passagem, na sala de controle do Multivac quando apenas a consciência dos seres humanos vaga pelo espaço.

A enunciação é predominantemente do tipo debreagem enunciativa. Não obstante ao narrador onisciente, parte importante da história é feita através dos actantes contidos no enunciado.

O texto é essencialmente figurativo, são usados elementos que têm representação no mundo real para simular uma projeção dos avanços que a ciência pode proporcionar e como o ser humano pode lidar com essas conquistas. A exemplo disso estão, a descoberta de como aproveitar a energia das estrelas, as viagens no hiperespaço, a imortalidade e a colonização do Universo.

A isotopia do texto é dada pela linguagem utilizada que sempre se aproxima dos termos científicos. A fé na ciência como resolvidora de todos os problemas fica marcada em todos os diálogos. Em contraponto, o problema final, a chegada da entropia do Universo ao seu valor máximo é o revés levado até os últimos instantes para ser resolvido.

6.3.5 Tópicos para sala de aula

Aqui o foco das sugestões de tópico estará voltado para questão da entropia, sua relação com o sentido da seta do tempo e os processos físicos responsáveis pela geração de energia em uma estrela.

6.3.5.1 Entropia e o cotidiano do aluno

Na segunda passagem de tempo do conto, o personagem Jerrodd tenta explicar para sua filha o conceito de entropia utilizando elementos que fazem parte de sua visão infantil do mundo. Ele compara as estrelas as baterias dos brinquedos da filha como mostra a citação a seguir:

- Não para sempre - disse Jerrodd, sorrindo. - Algum dia isso acabará, mesmo que demore bilhões de anos. Muitos bilhões de anos. Até as estrelas se acabam, você sabe. A entropia um dia vai chegar ao seu ponto máximo.

- O que é entropia, papai? - perguntou Jerrodette II, com voz estridente.

- Querida, entropia é só uma palavra, que significa a quantidade de energia gasta pelo Universo. Tudo um dia se acaba, assim como seu pequeno robô, lembra?

- Você não pode colocar uma bateria nova, como fez com meu robô?

- As estrelas são baterias, meu amor. Depois que elas se acabam não há mais baterias.

Jerrodette I abriu um berreiro.

- Não deixe que isso aconteça, papai. Não deixe que as estrelas se acabem.

(ASIMOV, p. 110, 1971)

Diante da abstração dos conceitos de energia e entropia Jerrodd possibilitou um entendimento, ainda que superficial utilizando como analogia elementos concretos. A partir deste exemplo, pode-se propor algo semelhante aos alunos. Pode-se pedir que estes tragam e expliquem situações, ou objetos presentes em seu dia a dia nos quais o conceito de entropia pode ser claramente observado, a ponto de servir de exemplo a uma criança. Os exemplos podem ser apresentados e debatidos por toda a turma, desta forma a capacidade de argumentação dos estudantes também será exercitada.

6.3.5.2 O combustível das estrelas

No primeiro episódio onde a última pergunta é feita, os personagens Adell e Lupov discutem sobre as possibilidades criadas pelo recente feito de Multivac, utilizar a

energia do Sol em escala mundial. A questão que não é abordada no texto é que tipo de energia “abastece” uma estrela? O que supre uma fonte de energia capaz de sustentar todo um sistema de planetas? É esse o gancho pedagógico que o professor pode utilizar para dar início ao estudo da evolução e do funcionamento das estrelas. Outros questionamento podem surgir e renderiam um ótimo combustível para a pesquisa extraclasse. Qual teria sido a maneira que Multivac encontrou para converter a energia do Sol em uma forma totalmente aproveitável na Terra? Algo parecido com isso é conhecido atualmente?

6.3.5.3 *Porque o tempo só anda para frente?*

Porque o tempo só passa para a frente? E o que a entropia tem a ver com isso? Discutir estas ideias permitem refletir sobre a própria origem do Universo, assim como permitem ao aluno ponderar sobre como a entropia está presente em tudo ao seu redor. No texto Asimov exemplifica isso em uma linguagem acessível até mesmo a quem está completamente alheio ao assunto.

MQ-17J perguntou subitamente ao seu cartão.

- A entropia pode ser revertida?

VJ-23X arregalou os olhos e disse, espantado:

- Não tinha a intenção de fazer com que você perguntasse isso.

- Por que não?

- Nós dois sabemos que a entropia não pode ser revertida. Você não pode fazer com que a fumaça e as cinzas voltem a ser uma árvore.

(ASIMOV, p. 112, 1971)

As leis físicas não distinguem passado e futuro, mas sabemos que depois de derrubar um ovo no chão ele não pode ser “desquebrado”, é aí que o conceito de entropia pode ajudar a entender como funciona o Universo. Aqui o conto mais uma vez tem papel de motivador, pois para compreendê-lo melhor, o aluno, incentivado pelo professor, procura ampliar seu conhecimento de ciência.

6.4 **Podcast com forma de disseminar a iniciativa**

Como forma de complementar o material impresso aqui produzido realizou-se a gravação de um programa no formato *podcast* em que os participantes debatessem sobre

a proposta apresentada neste trabalho e outras possibilidades de utilização da ficção científica no ensino de física e astronomia.

A ideia é que o programa viesse a ser gravado em episódios e distribuído de maneira a atingir um alcance tão grande quanto as possibilidades da rede mundial de computadores permitisse. Este tipo de mídia de áudio pode ser distribuído através de canais na Internet. Os usuários podem ter acesso as suas atualizações por meio de uma assinatura. Sobre este formato de produção e distribuição de conteúdo virtual que dedicaremos algumas páginas a seguir antes de efetivamente descrever a concepção do produto educacional.

6.4.1 Origem do termo

A origem do termo *podcast* data do início dos anos 2000 quando o DJ Adam Curry junto ao programador Dave Winter desenvolveram um programa de computador para fazer downloads de maneira automática de episódios de um programa de rádio direta da Internet para *Ipods*, aparelhos fabricados pela *Apple Computers Inc*. Um *podcast* trata-se de um arquivo de áudio ou vídeo disponibilizado via Internet, o qual o usuário pode subscrever a um determinado gerador de conteúdo e receber automaticamente suas atualizações por meio de uma assinatura RRS (Really Simple Syndication) para os mais diversos equipamentos eletrônicos que suportem este arquivo (JORGE, 2014).

Existe um outro termo relacionado a este tipo de produção e distribuição de conteúdo, *podcasting*. É importante diferenciar este do termo *podcast* como evidencia Jorge (2014, p.48):

O termo *podcast* surge, assim, através da junção de dois termos: *iPod* e *broadcast* (sistema de transmissão de dados). Importa, também, explicar que o termo *podcast* difere do termo *podcasting*, que muitas vezes são usados como sendo sinônimos. *Podcast* refere-se ao episódio em si, enquanto que o *podcasting* caracteriza a emissão através da Internet.

6.4.2 Aplicações educacionais do *podcast*

Apesar de seu desenvolvimento inicial não ter um viés de ferramenta educacional, suas possibilidades pedagógicas para os mais diferenciados públicos é enorme. A sociedade atual relaciona-se com a tecnologia de tal maneira que os indivíduos estão conectados a uma rede de informação durante a maior parte do tempo. Sem necessidade de uma pesquisa mais aprofundada pode-se constatar que a maioria dos

estudantes, em especial no Ensino Médio, possui um aparelho de telefonia móvel. Aparelho este que pode armazenar, reproduzir, descarregar a partir da rede arquivos de áudio, vídeo e etc. Outro aspecto importante é a facilidade de produção de conteúdo através desta mídia como destaca Gohn (2008, p. 3) “a facilidade e o baixo custo para produções em áudio tornam possível que qualquer indivíduo com acesso a um computador ligado à internet possa criar e publicar *podcasts*”.

Valendo-se destes atributos pode-se exemplificar a lista de vantagens da utilização da *podcast* como ferramenta educacional feita por Jorge (2014, p.) baseada nas análises dos trabalhos de Moura Carvalho (2006) e Junior e Coutinho (2009):

- possibilidade de inserir texto, áudio, imagens, vídeo e hipertexto;
- possibilidade de criar um recurso individual ou coletivo;
- se os alunos forem estimulados a gravar os seus recursos aprendem mais, uma vez que terão maior preocupação em organizar um bom conteúdo;
- acesso gratuito ao conteúdo publicado;
- permitir ao utilizador descarregar os ficheiros para os seus equipamentos;
- manter-se atualizado através do serviço RSS.

O *podcast* traz consigo características dos seus percursos como a oralidade e a radiodifusão, com o diferencial da digitalidade da informação o que potencializa um maior espectro de possibilidades de representações e divulgação (JORGE, 2008). Além disso o custo mínimo para se produzir um arquivo de áudio faz com que seja possível para qualquer indivíduo criar seu próprio *podcast*. Desde a gravação até a edição e distribuição podem ser executadas através de softwares gratuitos. Não é incomum encontrar estudantes ou recém-egressos da educação básica produzindo e distribuindo conteúdos dos mais diversos na internet.

O compartilhamento dos conteúdos não se restringe necessariamente ao binário professor-aluno, podendo ser acessado, se assim quem gerencia o conteúdo quiser, por qualquer pessoa interessada dando abrangência global a determinada ação pedagógica.

Além de facilitar a circulação de informações entre professores e alunos, o formato *podcast* permite que produções sejam compartilhadas com a comunidade local e mundial. Dessa maneira, as produções servem para que pais e demais professores apreciem os trabalhos realizados em aula e participem, por exemplo, ouvindo gravações dos concertos dados pelos estudantes. Tal cenário divide o

acompanhamento da evolução de um aprendiz com toda a comunidade que o cerca, colocando as atividades do professor sob a avaliação de todos. (GOHN, 2008. p. 5)

Se por um lado esta possibilidade pode assustar a alguns professores, por outro pode trazer grande enriquecimento a partir do momento em que é acessado, a ação pedagógica recebe outros olhares que certamente evidenciarão aspectos que não foram ou poderiam ser melhores abordadas, por exemplo. O *podcast* é parte de um conjunto de novas tecnologias digitais que eventualmente podem fazer parte dos processos de ensino-aprendizagem, mas que devem fazer parte do portfólio do professor.

6.4.3 *Contcast: literatura e ciência em foco*

Contcast foi o nome escolhido para batizar o programa. Uma alusão a palavra conto que é o formato textual objeto desta dissertação, mas também ao ato de contar, de compartilhar ideias e conhecimento, algo que é tão antigo quanto a própria humanidade. A gravação dos episódios foi realizada nos dias 13 de Julho de 2015, o primeiro e no dia 17 de Julho de 2015, o segundo. O termo “cast” remete a modalidade de mídia escolhida, facilitando assim pelo próprio título a identificação de como se pretende distribuir o conteúdo.

A gravação ocorreu em moldes bastante comuns a outros similares que existem em grande quantidade e sobre os mais diversos assuntos na internet. Um componente da mesa como mediador e os demais participantes como representantes de áreas específicas : ciência, educação e cultura nerd. Os dois programas iniciais contaram com a participação de quatro integrantes: um astrofísico, um cosmólogo, um estudante universitário com vasto conhecimento sobre ficção científica e o mediador. A ideia foi ter a maior diversidade de contribuições possível, para enriquecer ao máximo o debate.

Optou-se por um tom mais descontraído, com o objetivo de desenvolver maior empatia com o público pretendido. Entretanto a organização baseada em um roteiro mínimo não foi dispensada. O mediador iniciou cada programa apresentando a proposta e qual o texto e os temas a serem abordados. Em seguida houve uma breve apresentação de cada participante para que o ouvinte possa ter uma identificação dos pontos de vista que viriam a ser apresentados.

Dando continuidade o mediador faz um pequeno resumo do conto a ser abordado no programa. O propósito é deixar o ouvinte que ainda não o leu a par da ideia

básica da obra. Como foram desenvolvidas atividades em sala de aula para cada uma das obras tratadas, estas atividades também foram expostas de forma resumida. A partir deste ponto os participantes iniciam suas intervenções destacando os pontos que consideraram mais interessantes do ponto de vista científico e sua relação com o ensino, dando também espaço para os comentários dos demais integrantes da conversa. Vale ressaltar que seguindo a proposta do trabalho de dissertação, o debate não se resumiu às questões de cunho científico. Relações históricas, políticas, ambientais, sociais e as relacionadas à própria ficção científica e a cultura foram levantadas e debatidas.

Como já foi apontado o tom foi informal, porém preocupado com a qualidade das informações apresentadas, foi predominante. Algo natural em se tratando de pares com bastante afinidade em suas preferências culturais e científicas. A fluência do debate mostrou significativa melhora no segundo programa em relação ao primeiro, muito devido a maior familiaridade dos participantes com o formato do programa e a logística da gravação. O ponto de maior dificuldade encontrado foi a comunicação entre os componentes, tendo em vista que quase todos encontravam-se em locais diferentes no momento da realização.

Esta comunicação foi feita através do aplicativo ooVoo¹⁰ com o qual foi possível além de estabelecer a comunicação entre os participantes, também gravar toda a conversa. O sistema de captação de áudio utilizado por cada participante foi aquele disponível no próprio computador de acesso. Em nenhum dos casos este era o melhor sistema do ponto de vista técnico, porém foi suficiente para a comunicação e a gravação do *podcast*. A utilização deste tipo de tecnologia tornou viável a realização dos primeiros programas e será de fundamental importância para a continuidade do projeto. Ter convidados de diferentes cidades participando faz parte da proposta, que é fazer com que esta iniciativa ganhe alcance tão grande quanto a tecnologia permitir.

6.4.4 Divulgando o ContCast

Após a realização, gravação e edição dos programas, precisamos fazer com que o produto chegue ao nosso público alvo. É inerente ao processo de conclusão do curso o armazenamento do produto educacional junto a instituição que o realiza, para que este possa ser disponibilizado de maneira ampla. Todavia, estar disponível não garante

10. <http://www.oovoo.com/>

que este chegará onde e a quem se espera que chegue. Deste modo recorreu-se às plataformas de interação social por meio da Internet como forma de ampliar as possibilidades e o alcance do *podcast*. As plataformas escolhidas foram *Blogger*, *Facebook*, *Youtube* e *Soundcloud*. As escolhas foram feitas com base na exposição e a popularidade destas ferramentas, assim como na facilidade que estas oferecem para criação de páginas destinadas a conteúdos e interesses específicos.

Na plataforma *Blogger*¹¹ por esta hospedar *blogs* permite maior extensão nos textos, *links* para arquivos anexos com planos de aula, textos de apoio e para os contos abordados, acompanhados de uma apresentação mais completa dos participantes e da ideia que originou a iniciativa. O intuito é oferecer ao leitor/ouvinte uma prévia daquilo que acessaria em seguida.

O *Soundcloud*, uma rede social que funciona essencialmente com arquivos de áudio permite disponibilizar os programas e que outros usuários assinem o perfil criado, recebendo automaticamente as atualizações que forem postadas. O *Facebook*¹² e o *Youtube* são plataformas muito massificadas e funcionarão como canais para ampliar o alcance do programa, fornecendo também espaços a mais para debates sobre os temas abordados

11. <http://contcast.blogspot.com.br/>

12. <https://www.facebook.com/ContCast-891779210910618/timeline/>

Capítulo 7

Resultado e Avaliações

A aplicação das duas intervenções pedagógicas ocorreu acompanhadas de questionários prévios e posteriores. Nos questionários prévios de ambas as atividades há questões iguais (a saber, questões de 1 a 4) que dão conta da idade dos alunos, do seu interesse por ficção científica e da quantidade de livros lidos pelos alunos num intervalo de tempo específico. As demais perguntas procuram levantar o nível de familiaridade dos educandos com os conteúdos científicos que serão abordados durante a atividade.

Nos questionários posteriores a questão 1 é idêntica para ambas as atividades, ela propõe-se a registrar a opinião dos alunos sobre a atividade e lançar luzes sobre os impactos positivos ou negativos de sua forma de abordagem. As demais questões de cada questionário buscam verificar se houve por parte alunos avanços quanto a compreensão dos conteúdos científicos.

Uma característica do tipo de investigação que foi realizado, *pesquisa-ação*, é a complexidade da generalização de seus resultados. Isto deve-se ao fato do professor pesquisador estar inserido e atuante na realidade construída durante a atividade. Marcas da subjetividade do professor que media o processo estarão impressos em qualquer resultado obtido, no entanto isto não invalida a contribuição para melhoria da prática que a pesquisa pode gerar.

Existe na verdade a necessidade de um olhar crítico e contextualizado sobre aquilo que é produzido, respeitando as circunstâncias dos eventos e da realidade social em que estes ocorreram. A intenção é que a partir desse relato estas e, principalmente, outras ideias de como se trazer a literatura e a ficção científica para o ensino de física e das ciências naturais surjam e sejam compartilhadas.

7.1 Análise das questões 1 a 4 do questionário prévio

Por terem as atividades sido realizadas com turmas 3ª série do Ensino Médio, com alunos de faixa etária muito próxima, entre 16 e 18 anos, a análise em ambas as atividades será feita de forma unificada.

A questão 2 versou sobre a quantidade de livros lidos pelos estudantes num período de aproximadamente 1 ano e meio. Verificou-se que a média foi maior do que 4

livros no período entre janeiro de 2014 e junho de 2015 para uma turma e janeiro de 2013 e maio de 2014 para outra. Valor razoável que refletiu a boa afinidade com a leitura dos alunos participantes. Isto tomando como base a média de livros lidos por pessoa no Brasil no ano de 2011, 3,11 livros/ano e entre estudantes do ensino médio que foi de 3,9 livros/ano segundo a 3ª edição da pesquisa Retratos da Leitura no Brasil (2012).

Respondendo à questão 3 os alunos puderam expressar se já haviam lido livros ou histórias de ficção científica. Aproximadamente 92% dos alunos responderam que sim. Na questão 4 o intuito foi quantificar o grau de interesse dos estudantes com a FC. Em uma escala onde 0 significava nenhum interesse e 7 interesse total as respostas ficaram distribuídas da forma como mostra a Figura 4.

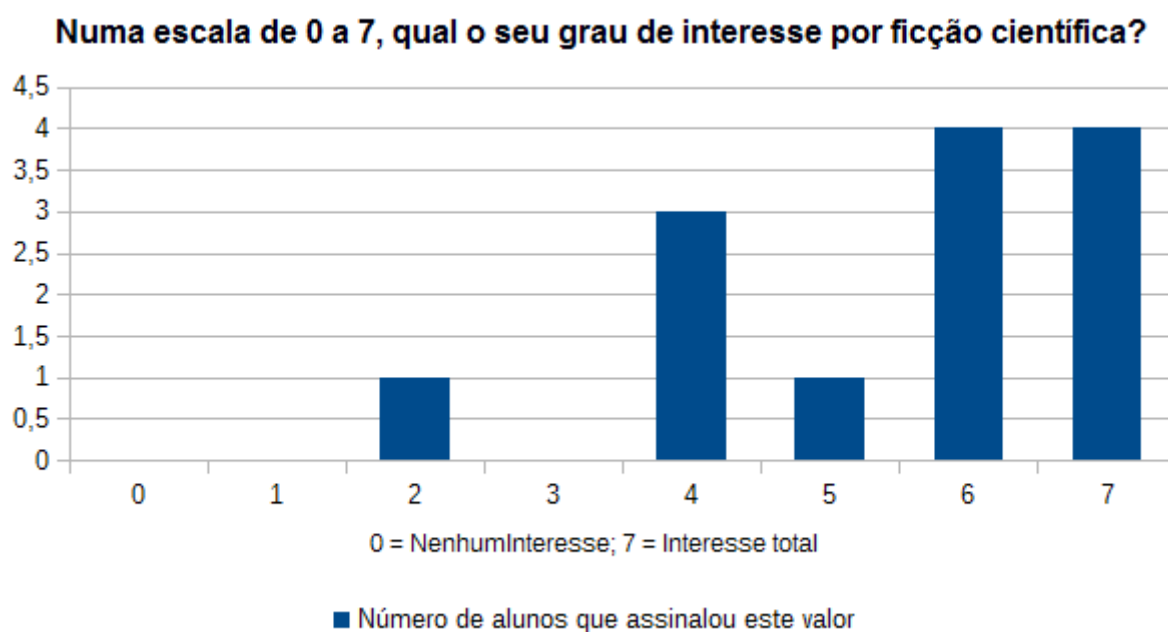


Figura 4. Gráfico quantitativo das respostas à questão 3

7.2 Análise da questão 1 do questionário posterior

As impressões e críticas dos estudantes sobre a atividade foram os temas da pergunta de número 1 do questionário posterior. Apesar de o professor pesquisador deixar claro aos alunos que tanto o lado positivo quanto o negativo observado na atividade poderia ser expostos, as respostas ressaltaram exclusivamente aquilo de bom e/ou de diferenciado que eles puderam destacar. Algumas destas respostas estão transcritas a seguir.

Aluno 1: *“Gostei, foi algo diferente pra mim nunca tinha lido ficção científica, quando li me sentir dentro do conto!”*

Aluno 2: *“Gostei, foram tiradas algumas dúvidas sempre gostei de ficção científica. Me desperta interesse e surgem mais dúvidas.”*

Aluno 3: *“Sim, pois houve um debate onde todos participaram e foi bastante legal a forma de interpretação de cada um sobre o conto.”*

Aluno 4: *“Gostei muito, principalmente quando foi citado os planetas gasosos e por ter conseguido tirar muitas dúvidas que tinha! Gosto muito de ficção científica!”*

Pode-se perceber que de uma maneira geral a leitura de ambos os contos foi agradável para a maioria dos alunos. A tarefa de ler cerca de 10 páginas no período de 30 minutos, na definição de Poe, *numa sentada só*, não foi um impedimento para a realização da atividade. Isso mostra que essa modalidade de aplicação com a leitura do conto na sala de aula no intervalo de no máximo de 1 hora-aula é tarefa pouco cansativa para alunos e professores.

Porém, é importante ressaltar as condições específicas em que foram realizadas a atividade, com um número reduzido de alunos e todos participando voluntariamente da atividade. Com uma turma mais numerosa e com a realização no horário normal de aula, recomenda-se utilizar uma estratégia específica. A exemplo, podemos citar o caso ocorrido na atividade com o conto *A Última Pergunta*, onde uma gravação da leitura interpretada do conto foi reproduzida enquanto os alunos acompanhavam com a leitura. Caso não encontre algo já pronto, como foi nosso caso, o próprio professor pode fazer a gravação da leitura do conto e reproduzir em sala com os alunos, ou até mesmo propor esta gravação da leitura como parte da atividade, deixando como legado para as aplicações futuras deste material.

7.3 Resultados e avaliações da aplicação 1: O Planeta Pesado

7.3.1 Primeiro momento e questionário prévio

No tocante aos conteúdos de astronomia a questão 5 perguntou quantos e quais eram os planetas do sistema solar. Nenhum dos seis alunos participantes conseguiu responder de maneira completa e correta. Três simplesmente não responderam, e o

restante listou de maneira incompleta, citando apenas sete planetas por exemplo. Acreditamos que este resultado se deve ao fato de ser insuficiente ou inexistente a abordagem de conteúdos de astronomia nesta escola. Não é absurdo supor que esse exemplo se repita em boa parte das escolas públicas do estado de Ceará. Questionou-se sobre a classificação dos planetas em rochosos e gasosos na questão 6, a indagação foi se eles saberiam citar esta classificação. Apenas dois alunos souberam responder corretamente a esta pergunta.

Já na questão 7 a pergunta referiu-se a influência da pressão atmosférica e a aceleração da gravidade na constituição física dos seres vivos de um planeta, que é uma ideia defendida pelo autor do conto. Nenhum dos educandos soube responder a esta pergunta, deixando-a em branco.

Quanto a coloração do Sol visto da Terra, a questão 8 perguntou se este apresentava coloração diferente no decorrer do dia e porque. Apenas um aluno referiu-se à atmosfera da Terra como responsável pelas diferentes tonalidades apresentadas pelo Sol em diferentes horários do dia, o restante dos participantes não soube responder. Como forma de preparar para uma das situações apresentadas no texto a questão 9 apresentou a situação de duas pedras de gelos pressionadas uma contra a outra entre as mãos e perguntou o que ocorreria. Por sua vez a questão 10 pediu que escrevessem o nome do fenômeno ao qual se referia a questão anterior. Todos os seis alunos responderam que elas iriam se unir na questão 9, porém nenhum deles soube qual o nome do fenômeno.

7.3.2 Interação à distância e questionário posterior

Após o primeiro momento, o próximo contato entre o professor e os alunos ocorreu por meio da rede social *Facebook*. Esta ferramenta serviu para que as questões sobre as impressões dos alunos com respeito da atividade fossem respondidas. Os estudantes se mostraram muito mais propensos expressar opiniões através desta plataforma, a familiaridade que apresentam com esta e o tempo de utilização diária fazem com que a interação seja muito mais dinâmica que por outros meios. Deve-se observar a necessidade de uma mediação atenta do professor a fim de evitar desvio de interesses nas publicações do grupo de discussão.

Com relação ao questionário posterior a maioria das perguntas recebeu respostas satisfatórias, com os alunos utilizando os materiais didáticos de apoio e a pesquisa na Internet como base para respondê-las. Em alguns casos houve cópia direta de conteúdos, cabendo ao professor orientar a reformulação das respostas de maneira que a expressão fosse própria do aluno.

Destaca-se a questão 4 que solicitou aos estudantes que realizassem a partir das informações contidas em determinado trecho do conto, uma comparação entre a massa e o tamanho do Planeta Pesado com os valores do planeta Terra. No conto, o narrador informa que a aceleração da gravidade do Planeta Pesado é cem vezes maior que aquela para a qual a nave foi criada.

Supondo que a nave pertenceria à Terra originalmente, a expectativa era que os estudantes pudessem desenvolver uma comparação entre a massa e o raio dos dois planetas a partir da equação para cálculo da aceleração da gravidade em função dessas duas grandezas. A questão parte de uma premissa válida, mas precisa de reformulação, de suposição de novos parâmetros e de um momento de explanação por parte do professor para que tanto as relações matemáticas possam ser encontradas, como a discussão sobre este comparativo passa ser aprimorado. Em uma reavaliação estes fatores devem ser observados

Como encerramento o professor destacou três temas importantes abordados pelo conto para que em duplas os alunos apresentassem na forma de um mini seminário. A tópicos escolhidos ficaram assim distribuídos:

- 1 – Planetas do Sistema Solar
- 2 – Pressão atmosférica e aceleração da gravidade nos gigantes gasosos
- 3 – Porque enxergamos entre o vermelho e o violeta?

A ideia desta abordagem é permitir que além de pesquisar sobre os conteúdos científicos presentes na atividade, os alunos compartilhassem o conhecimento construído fazendo sempre o paralelo com a história do conto. O poder de comunicação e argumentação também foi incentivado, os alunos questionaram os colegas que apresentavam, com real interesse de entender as informações ou o ponto de vista ali apresentado.

Nas dificuldades por parte de cada equipe frente as perguntas dos colegas o professor prestou auxílio quando possível. Quando a dúvida não foi sanada durante este momento a interação via rede social funcionou como um suporte. A exemplo, a pergunta de uma aluna à equipe que apresentava o tema “*Porque enxergamos entre o vermelho e o violeta?*”, que questionou porque em algumas ocasiões a lua apresentava uma coloração avermelhada. A resposta não foi encontrada durante as apresentações, porém a pergunta tornou-se tópico no grupo de discussão no *Facebook* que com o auxílio de fontes da internet esclareceu a questão.

Buscamos através dessa ferramenta potencializar principalmente os efeitos de incentivo a curiosidade científica e a capacidade de argumentação que a proposta objetiva. Tendo em vista a quantidade de horas que os alunos dispõem conectados a esta e outras redes sociais, e a facilidade com que utilizam esse recurso.

7.4 Resultados e avaliação da aplicação 2: A Última Pergunta

7.4.1 Primeiro momento e questionário prévio

No primeiro momento, com do questionário prévio, procurou-se verificar o quanto os alunos possuíam de conhecimento sobre teorias cosmológicas, MCP e entropia, Deste modo a pergunta 5 indagou se os alunos conheciam alguma teoria para o surgimento do Universo. Todos os 7 alunos participantes responderam a teoria do *Big Bang*. Em seguida a questão 6 pediu que, se fossem capazes, resumissem essa teoria em algumas linhas. As respostas estão transcritas seguira:

Aluno 5: “*Teoria que dá origem ao Universo*”

Aluno 6: “*É a teoria que dá origem do Universo*”

Aluno 7: “*Uma grande explosão que causou o alvorecer da criação*”

Aluno 8: “*Foi uma grande explosão*”

Aluno 9: “*Foi uma grande explosão do universo*”

Aluno 10: “*Foi uma grande explosão que gerou o universo*”

Aluno 11: “*O Big Bang foi um grande explosão causada por moléculas onde assim surgiu o universo*”

O que pode-se observar é que o conhecimento dos alunos a respeito do MCP tem pouca profundidade científica e está muito mais ligado ao valor e a representação cultural da teoria que especificamente seu valor científico.

Por fim, a questão 7 solicitou que os educandos escrevessem aquilo que entendiam por entropia. Todas as respostas permaneceram em branco. Esta constatação, reflete uma dificuldade de se cumprir um currículo que vá além do mais básico em cada área da física. Estes alunos foram talvez os únicos a abordar formalmente estes conteúdos na escola.

7.4.3 Segundo momento e questionário posterior

As respostas ao questionário posterior foram de grande valia para verificar a grau de imersão dos alunos na atividade e também orientou a etapa seguinte. A questão 3 pediu aos alunos que citassem e se pudessem descrevessem teorias para um possível fim do Universo. Guiados pela explanação oferecida pelo professor no primeiro momento, os alunos apresentaram teorias: *Big Crush*, *Big Rip*, *Big Bounce* e *Morte Térmica do Universo*.

As respostas a esta questão foram os temas dos seminários apresentados pelos alunos no segundo momento da aplicação da atividade. A questão número 4 foi respondida pelos alunos apenas após a realização dos seminários, havendo uma unanimidade quanto a ser a teoria da Morte Térmica do Universo aquele que melhor se alinha com o enredo do conto *A Última Pergunta*.

Após receberem as orientações no encontro anterior sobre a segunda fase da atividade os alunos dividiram-se em equipes e declararam ao professor qual teoria cosmológica alternativa ao MCP gostariam de apresentar para os demais colegas. Foi incentivado o debate sobre cada ponto de vista explorado para que estes pudessem ser fortalecidos de acordo com a capacidade argumentativa de seus defensores. A intenção era compartilhar e multiplicar o conhecimento, permitindo que os alunos discutissem as ideias apresentadas e defendessem aquelas que julgavam estar corretas. Depois das apresentações e discussões desta etapa, a tarefa da turma foi encontrar uma teoria cosmológica que mais se aproximasse do enredo do conto.

A outra discussão que correu em paralelo envolveu a questão trazida na história: é possível reverter a entropia? Toda e qualquer teoria que tente explicar a origem

e o destino do Universo que não respeite a segunda lei da termodinâmica é rejeitada. É exatamente isso que o autor questiona no texto, há uma alternativa à segunda lei da termodinâmica? MULTIVAC e seus sucessores, que são as maiores inteligências conhecida levam esta questão até seus últimos momentos. É a partir desta perspectiva que procurou-se instigar os alunos a conhecer tal grandeza física, a entropia, para que pudéssemos desenvolver uma discussão sobre o tema. Entender o conceito de entropia ajuda para se ter uma maior compreensão da história foi a ideia que norteou este momento.

7.5 Considerações finais sobre o Capítulo

Observamos que a associação do texto escrito e/ou da audição de uma interpretação do conto de ficção científica, despertaram nos alunos um novo olhar sobre aprender Física. Quando viram-se envolvidos em uma atividade onde a ciência, a literatura e outras formas de expressão artística caminharam juntas, os estudantes passaram a encarar a aprendizagem de Física e Astronomia de maneira mais atrativa.

Outro ponto positivo foi o fato da história ter-lhes apresentado o Universo. Algo que pouco fazia parte de suas perspectivas, apareceu-lhes como uma curiosidade científica e não como obrigação. Teorias cosmológicas, planetas do sistema solar, assuntos até então distantes e pouco significativos, passaram a ter significado e relevância para os estudantes. Tudo o que foi pesquisado, apresentado e debatido durante a realização do projeto gerou modificações na maneira como os estudantes interpretam o Universo que os cerca. A expectativa que também possa este trabalho ser importante em suas trajetórias acadêmicas.

Podemos então extrair deste processo simbiótico entre arte e ciência uma maneira mais dinâmica e atrativas de aprender. Para o aluno foi uma forma menos árdua de ter contato com o conhecimento Para o professor representou uma maneira de tratar em sala de temas que quase sempre estão distantes da realidade escolar.

Considerações finais

Discorreremos nesta etapa final sobre o percurso gerador do trabalho, as dificuldades encontradas, as boas possibilidades vislumbradas, os projetos futuros que embrionam-se a partir deste, e aspectos onde cabem melhorias em uma reaplicação.

A grande afinidade com a ficção científica, e a crença de que pode-se ensinar ciências ao mesmo tempo que se incentiva a leitura foram a unidade motriz deste trabalho, contudo foi preciso buscar bases teóricas para materializá-lo. Para isto recorreremos à literatura específica com intenção de trazer maior familiaridade com a FC para aqueles que ainda não a têm. Esta etapa do processo trouxe grande satisfação pessoal pois exigiu um aprofundamento em um mundo que se conhecia pelas grandes obras e seus derivados, mas que faltava tomar consciência da história por trás da história. Muito ainda há de se descobrir sobre um gênero literário extremamente complexo e que expressa de maneira eficiente os *anseios e temores* das sociedades.

Por outro lado o ensino de Astronomia tem ainda papel secundário quanto a participação no currículo escolar. Discordamos desta posição e por este motivo escolhemos associá-lo à FC sugerindo uma maneira alternativa para que o professor aborde este conteúdo. Em orientamos nossa proposta a partir dos PCN e PCN+ e os conteúdos relativos à Astronomia estão inseridos na disciplina de Física. O intuito é de oferecer uma alternativa que complemente, ou se integre àquilo que já se faz em sala de aula. Ao mesmo tempo, dar a possibilidade de trazer para sua prática novos conteúdos e novas abordagens do conhecimento.

Fundamentar teoricamente a análise dos contos que foram abordados foi provavelmente uma das etapas mais complexas do trabalho. Tivemos que traçar caminhos por territórios completamente desconhecidos, aqui foi evidente a importância da pesquisa bibliográfica. A partir de empreitadas semelhantes realizados por Ramos (2012) e Gomes (2011) que utilizaram-se da análise semiótica greimasiana para explorar contos e romances, respectivamente.

Após a análise dos contos partimos para a aplicação dos planos de aula, etapa que se desenvolveu com relativa fluência dada a afinidade do professor pesquisador com a utilização de literatura de FC em suas aulas e a atitude proativa dos alunos

participantes. O foco foi avaliar o grau de motivação dos alunos em experimentar uma forma diferenciada de aprender física, conhecendo um conteúdo pouco explorado, a astronomia, ao mesmo tempo que lhes foi exigido habilidades e competências pouco solicitadas em aulas comuns.

A etapa de aplicação da pesquisa foi fundamental para o desenvolvimento da segunda parte do produto educacional, o *podcast*. Servindo como uma importante referência para a discussão ali estabelecida. A essência desta parte do produto é promover a ideia central do trabalho e com isso multiplicá-la. Com alcance muito mais amplo que o próprio texto, em primeira instância, o *podcast* cumpre também a função de divulgar o trabalho escrito e as demais bibliografias da área. O professor que nunca teve contato com esta forma de ensinar, pode a partir da audição deste arquivo despertar para novas ideias e aprofundar-se em suas possibilidades, vindo a somar esforços a esta iniciativa.

Uma reaplicação da pesquisa pode ser ministrada com turmas em seu horário normal de aula, atentando, neste caso, para o reflexo de tal prática nas notas obtidas pelos estudantes no mesmo período. Abrir horizontes quanto a forma de avaliação, que aqui estiveram voltados para a expressão dos conhecimentos construídos pelos alunos na forma de seminários e debates pode enriquecer outras tentativas. A adaptação de obras para peças de teatro, a transformação em quadrinhos, a criação de vídeos com o auxílio do computador são possibilidades que vislumbramos e que a partir das corretas associações buscaremos pôr em prática como atividades de pesquisa.

A trajetória neste curso também rendeu dois trabalhos a serem apresentados em eventos nacionais. Um deles, apesar de aprovado pela comissão avaliadora do III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, não foi possível o comparecimento dos autores devido a questões financeiras. Já o segundo foi devidamente apresentado no XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física com o título *“PARA ONDE VAMOS?”: UM RESGATE DA INICIATIVA DE ISAAC ASIMOV PELA UTILIZAÇÃO DO CONTO DE FICÇÃO CIENTÍFICA COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE FÍSICA.*

Como uma continuação daquilo que foi desenvolvido até aqui, será naturalmente a gravação de novos episódios do *podcast*, ampliando as possibilidades legadas pelos primeiros programas. Ainda sobre isto, poderemos perceber a repercussão

da iniciativa a partir do retorno e da interação do público. A ideia é que possamos contar com a participação de convidados que tragam contribuições diversas para o diálogo. Sempre visando a interação entre formas de expressão da ficção científica e o ensino de Física e das demais disciplinas que compõem as Ciências da Natureza.

Outra possibilidade para a qual estamos reunindo esforços é pela realização de um projeto de extensão, que se comunique com escolas públicas, no sentido de realizar oficinas voltadas para o tema, com a participação de alunos e professores. Com isso a ideia do trabalho não só seria divulgada, como teríamos novos polos de desenvolvimentos de projetos.

Por fim todos os passos até aqui construídos reforçaram uma ideia que ecoa nos trabalhos da área, o papel do incentivo a leitura é tarefa de todo professor, independente de sua área, e não pode pesar apenas sobre os professores de Linguagens e Códigos. A consequência desta falta de zelo pode ser verificada na dificuldade de leitura e interpretação por parte dos alunos, como reclamação comum à boa parte dos professores. Ciência e cultura não percorrem caminhos distintos, pelo contrário, estes caminhos estão entrelaçados e cabe a todo professor se permitir um novo olhar sobre isto.

Referências Bibliográficas

ALLEN, L. D. **No mundo da ficção científica**. São Paulo: Summus, 1974.

ASIMOV, I. **Nove Amanhãs: Contos de um futuro próximo**. São Paulo: Europa-América, 1971.

ASIMOV, I. **Para Onde Vamos?** São Paulo: Hemus, 1979.

BATISTA, J.; CANALLE, G. Explicando astronomia básica com uma bola de isopor. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 16, n. 3, p. 314–331, 1999.

BIASIOLI, B. L. **O leitor brasileiro de literatura infanto-juvenil no período de 1994 a 2004 : perspectiva semiótica**, 2008. 167p. Dissertação (Mestrado em Linguística e Língua Portuguesa) - Universidade Estadual Paulista.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, LEI Nº 9.394. 1996.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências**. Brasília, DF: Senado Federal, 2001.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. PCN + Ensino Médio. Orientações educacionais complementares aos parâmetros Curriculares Nacionais. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. 2002.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Área de Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEB volume 2, 2006.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM). **Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias**, 2000. Disponível em:

<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 13 jul 2015.

BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias de astronomia nos cursos superiores do brasil**, 1999. 187p. Dissertação (Mestrado em Geociências) Universidade Estadual de Campinas.

BUCCIARELLI, Pablo. **Recursos didáticos de Astronomia para o ensino médio e fundamental**. São Paulo, 2001. 57 f. Monografia (Licenciatura em Física)-

Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

BULFINCH, T. **O livro de ouro da mitologia: histórias de deuses e heróis**. 26 ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2006. 416p.

CHAER, G.; DINIZ, R. R. P.; RIBEIRO, E. A. A técnica do questionário na pesquisa educacional. **Revista Evidência**, v. 7, n. 7, p. 251–266, 2012. Disponível em: <<http://www.uniaraxa.edu.br/ojs/index.php/evidencia/article/view/201>>. .

CLARKE, A. C. **A sonda do tempo**. 1ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1966.

CLEBSCH, A. B. **Realidade ou Ficção? A análise de desenhos animados e filmes motivando a física na sala de aula**, 2004. 128p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CORTÁZAR, J. **Valise de Cronópio**. 2 ed. São Paulo: Perspectiva, 1993.

COSTA, E. B.; RIBEIRO, N. B. P.; SOUZA, R. R. A utilização do teatro para enriquecer o aprendizado do conteúdo de física no ensino fundamental e médio. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física 2005. **Atas do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física**.

CRUZ, S.; BOTTENTUIT JUNIOR, J. B.; COUTINHO, C. P.; CARVALHO, A. A. A. O blogue e o podcast para apresentação da aprendizagem com webquests. **Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, 5, “Challenges 2007,”** p. 893–904, 2007. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/6514>>. .

DIAS, C. A. C. M.; RITA, J. R. S. Inserção Da Astronomia Como Disciplina Curricular Do Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 6, p. 55–65, 2008.

EDUARDO, J.; RAMOS, F.; PIASSI, L. P. Os limpadores de estrelas: o conto de literatura fantástica no ensino de física. I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia. **Atas do I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia**, 2011. Rio de Janeiro.

EDUARDO, J. *et al.* Humor, ciência, literatura e tudo mais : O Guia dos Mochileiros das Galáxias no Ensino de Ciências. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2013. Águas de Lindóia.

FERREIRA, J. C. D. Relações entre ficção científica e ensino de ciências na concepção de futuros professores: uma análise de discurso no âmbito do PIBID. XI Congresso Nacional de Educação - EDUCERE. **Anais do XI Congresso Nacional de Educação** . p.17061 – 17076, 2013. Disponível em:

<http://educere.bruc.com.br/ANAIS2013/pdf/6948_4217.pdf>. Acesso em: 6/11/2014.

FERREIRA, J. R. **Labirinto e Minotauro Mito de Ontem e de Hoje**. Coimbra: Fluir Perene, 2009.

FIORIN, J. L. **Elementos de Análise do Discurso**. São Paulo: Contextos, 2006.

FRAKNOI, A. Teaching Astronomy with Science Fiction: A Resource Guide. **Astronomy Education Review**, v. 1, n. 2, p. 112, 2002.

GIORDAN, MARCELO; GUIMARÃES, YARA A. F.; MASSI, L. Uma Análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. **VIII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, p. 1–12, 2012. Disponível em: <www.nutes.ufjf.br/abrapec/viii/enpec/resumos/R0875-3.pdf>.

GOHN, D. M. O uso do podcast como recurso educacional. XVII Encontro Nacional da ABEM. **Atas do XVII Encontro Nacional da ABEM**, 2008. São Paulo.

GOMES, E. F. **O Romance e a Teoria da Relatividade: A interface entre Literatura e Ciência no Ensino de Física através do discurso e da estrutura da ficção.**, 2011. Dissertação – (Mestrado em Ensino do Ciências) Universidade de São Paulo.

GOMES, E. F.; CRISTINA, S.; CARVALHO, L. P. DE. A máquina do tempo de H.G. Wells: uma possibilidade de interface entre ciência e literatura no ensino de Física. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 3, n. 2, p. 144–154, 2010.

GOMES-MALUF, M. C.; SOUZA, A. R. DE. A ficção científica e o ensino de ciências: o imaginário como formador do real e do racional. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 14, n. 2, p. 271–282, 2008.

GOTLIB, N. B. **A teoria do conto**. Coletivo Sabotagem, 2004.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de Sequências Didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 13, 2011.

JÚDICE, R.; DUTRA, G. Física e teatro. **Física na Escola**, v. 2, p. 7–9, 2001.

JUNIOR, D. C. N. **Elaboração de uma seqüência didática para a aprendizagem de Valor Absoluto e da Função Modular , utilizando a organização curricular em rede**, 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

JUNIOR, F. DE A. N.; PIASSI, L. P.. Da conquista do espaço aos buracos de minhoca : a astronomia nas histórias em quadrinhos de ficção científica. I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia. **Atas do I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia** . p.1–12, 2011. Rio de Janeiro.

KIOURANIS, N.; SOUSA, A. DE; FILHO, O. Alguns aspectos da transposição de uma seqüência didática sobre o comportamento de partículas e ondas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, p. 199–224, 2010. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART12_VOL9_N1.pdf>.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de astronomia: Erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 87–111, 2007. Disponível em: <<http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/24-1/artpdf/a7.pdf>>.

LEITE, Cristina. **Os professores de ciências e suas formas de pensar Astronomia**. São Paulo, 2002. 160 f. Dissertação (Mestrado em Educação, Instituto de Física e Faculdade de Educação)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

LONGHINI, M. D. O Universo representado em uma caixa:introdução ao estudo da astronomia na formação inicial de professores de física. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 7, p. 31–42, 2009.

MACHADO, J. F. **Utilizando as ciências espaciais e a astronáutica na construção de atividades práticas em Ensino de Física**, 2006. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MACIEL, M. L. B. Ciência ou ficção: robôs e andróides invadem a mente dos humanos. 16º Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisadores de Artes Plásticas. **Atas do 16º Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisadores de Artes Plásticas** . p.1155–1165, 2007. Florianópolis.

MEDEIROS, A.; AGRA, J. T. N. A astronomia na literatura de cordel. **Física na Escola**, v. 11, p. 5–8, 2010.

- MEES, A. A. **ASTRONOMIA : Motivação para o Ensino de Física na 8ª Série**, 2004. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MORAIS, F. V. DE; NUNES, A. O.; BORBA, G. L.; BRITO, A. D. J.; NEVES, L. S. Dos Mitos Ao Big Bang : Investigando As Concepções De Universo Dos Alunos Da 5ª Série Do Ensino Fundamental De Uma Escola Da Periferia Da Cidade De Natal - Rn. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. **Atas do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2005. Rio de Janeiro.
- MOREIRA, M. A. **Metodologias de pesquisa em ensino**. Porto Alegre: Editora Livraria da Física, 2011.
- MOTA, A. T.; BONOMINI, I. A. DE M.; ROSADO, R. M. M. Inclusão de temas astronômicos numa abordagem inovadora do ensino informal de física para estudantes do ensino medio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 8, p. 7–17, 2009.
- MOURA, A.; CARVALHO, A. A. A. Podcast: potencialidades na educação. **Revista Prisma. com**, n. 3, p. 88–110, 2010. Disponível em: <<http://portal.doc.ua.pt/journals/index.php/prismacom/article/view/623>>. .
- MOURA, A. M. C.; CARVALHO, A. A. A. Podcast: uma ferramenta para usar dentro e fora da sala de aula. **Proceedings of the Conference on Mobile and Ubiquitous Systems. Universidade do Minho, Guimarães**, p. 155–158, 2006. Disponível em: <<http://adelinamouravita.com.sapo.pt/ubiquitouspodcast.pdf>>. .
- JORGE, M. DA C. **Contar histórias no palco digital As potencialidades da tecnologia podcast nas Histórias Digitais - Um estudo de caso: “Conta-nos uma História!”**, 2014. Dissertação (Mestrado em Comunicação Educacional Multimédia) Universidade Aberta.
- OLIVEIRA, A. A. DE. **Física e Ficção Científica: desvelando mitos culturais em uma educação para a liberdade**, 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade de São Paulo.
- OLIVEIRA, F. R. Ficção Científica : uma narrativa da subjetividade homem-máquina. **CONTRACAMPO**, v. 9, p. 177–198, 2003.
- OLIVEIRA, F. R. Tecnologias informacionais de comunicação, espacialidade e ficção científica Fátima Regis de Oliveira. INTERCOM - XXVII Congresso Brasileiro de Ciências

da Comunicação. **Atas do XXVII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação**, 2004. Porto Alegre.

ORLANDI, E. P. **Análise de discurso: princípios e procedimentos**. Contexto. São Paulo 2006.

PEREIRA, H. G.; RIBEIRO, A. C. R. Notas sobre a ficção científica e o romance infinito em pó , de luís giffoni. **Recorte**, v. 10, n. 1, p. 1–19, 2013.

PIASSI, L. P. **Contatos: A ficção científica no ensino de ciências em um contexto sócio cultural**, 2007. Tese (Doutorado em Educação) Universidade de São Paulo.

PIASSI, L. P. A ficção científica e o estranhamento cognitivo no ensino de ciências : estudos críticos e propostas de sala de aula. **Ciência e Educação**, v. 19, n. 1, p. 151–168, 2013.

PIASSI, L. P.; PETROCOLA, M. De olho no futuro: ficção científica para debater questões sociopolíticas de ciência e tecnologia em sala de aula. **Ciência & Ensino**, v. 1, p. 12, 2007.

_____. Quem conta um conto aumenta um ponto: contos de ficção científica na sala de aula. **XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2007.

_____. Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de “encontrar erros em filmes.” **Educação e Pesquisa**, v. 35, n. 3, p. 525–540, 2009.

POE, E. A. Review Twice-told tale. **Graham’s Magazine**, 1842.

RAMOS, J. E. F.; GOMES, E. F.; PIASSI, L. P. DE C. Morando na lua : uma análise semiótica da interface entre ciência , arte e imaginação nas aulas de ciências da natureza. **Revista de Estudos Universitários**, v. 40, n. 1, p. 149–167, 2014.

RIBEIRO, R. M. L.; MARTINS, I. O potencial das narrativas como recurso para o ensino de ciências: uma análise em livros didáticos de Física. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 13, p. 293–309, 2007.

RODRÍGUES, B. L.; SAHELICES, C. C. Representaciones mentales de profesores de ciencias sobre el universo y los elementos que incorporan en su estructura en general y

los modelos cosmológicos que lo explican. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 1, p. 37 –53, 2005.

ROTHMAN, M. A.: O Planeta Pesado. In: ASIMOV, Isaac. Para onde vamos? São Paulo: Hemus, 1979

SCARINCI, A. L.; PACCA, J. L. A. Um curso de astronomia e as pré-concepções dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 89–99, 2006.

SCHNEIDERS, C. M. O conhecimento linguístico em livros introdutórios: uma reflexão sobre o modo de conceber a Linguística. **Fragmentum**, v. 0, n. 33, p. 63–70, 2012.

SCHOEREDER, Gilberto. **Ficção científica**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1986.

SOUZA, R. M. DE; PIASSI, L. P. Conceitos de astronomia na série lucky starr de Isaac Asimov. II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia. **Atas do II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia**. p.191–200, 2012. São Paulo.

VILLANI, A. Reflexões sobre o ensino de Física no Brasil: práticas, conteúdos e pressupostos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 6, n. 2, p. 76 – 95, 1984.

YUN, João L. Astronomia e Astrofísica, a Ciência do Universo. **O Observatório**, Lisboa-Portugal, v.10, n. 7, 2004. Disponível em:
<<http://www.oal.ul.pt/oobservatorio/vol10/n7/pagina4.html>> Acesso em: 16 jul. 2015

ZANETIC, J. Física e cultura. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 3, p. 21 – 24, 1955.

ZANETIC, J. FÍSICA E ARTE : UMA PONTE ENTRE DUAS CULTURAS. **Proposições**, v. 17, p. 39 – 58, 2001. Campinas.

APÊNDICE A

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – UFERSA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA

ATIVIDADE COM O CONTO “O PLANETA PESADO” QUESTIONÁRIO PRÉVIO

1. Qual a sua idade?

2. Quantos livros leu desde o início do ano de 2014 até o mês de junho de 2015?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Mais que 10

3. Você já leu histórias de ficção científica?

() sim

() não

4. Numa escala de 0 a 7, qual o seu grau de interesse por ficção científica? Considere **0 = nenhum interesse e 7 = interesse total**. Circule o número que equivale a sua resposta.

0 1 2 3 4 5 6 7

5. Quantos e quais são os planetas do sistema solar?

6. Os planetas do sistema solar são divididos em dois grupos. Você sabe quais são estes grupos?

7. A aceleração da gravidade e a pressão atmosférica teria influência sobre a constituição dos seres vivos que habitassem um planeta? Justifique.

8. Enquanto está visível a nós o Sol aparenta ter cores diferentes em momentos diferentes do dia. Você sabe explicar esta afirmação? Justifique.

9. O que acontece se você segurar duas pedras de gelo nas mãos e pressioná-las uma contra a outra por alguns segundos?

10. Qual o nome do fenômeno físico descrito na questão acima?

APÊNDICE B

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – UFRSA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA

ATIVIDADE COM O CONTO “O PLANETA PESADO” QUESTIONÁRIO POSTERIOR

1. Qual a sua impressão quanto a forma como a atividade com base no conto foi desenvolvida? Justifique

2. Após escutar/ler o conto, surgiu em você alguma pergunta sobre planetas, sistema solar e espaço? Quais

3. Você poderia listar os planetas do sistema solar, classificados como Gigantes gasosos? Se puder cite algumas características físicas de cada um deles.

4. A partir das informações contidas no quinto parágrafo da página 79, é possível calcular valores aproximados para tamanho e massa do Planeta Pesado, e ainda compará-los aos dos planetas do sistema solar? Caso a resposta seja afirmativa tente realizar esta comparação com a ajuda de seus colegas.

As informações contidas na página 80 contextualiza as perguntas a seguir

5. Por que os habitantes do Planeta Pesado enxergam muito bem em infravermelho enquanto nós somos “cegos” para esta frequência?

6. É possível fundir duas peças de metal apenas com a pressão, como fez Ennis no trecho do primeiro parágrafo da página 84? Justifique

APÊNDICE C

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – UFERSA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA

ATIVIDADE COM O CONTO “A ÚLTIMA PERGUNTA” QUESTIONÁRIO PRÉVIO

1. Qual a sua idade?

2. Quantos livros leu desde o início do ano de 2014 até o mês de junho de 2015?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Mais que 10

3. Você já leu histórias de ficção científica?

() sim

() não

4. Numa escala de 0 a 7, qual o seu grau de interesse por ficção científica? Considere **0 = nenhum interesse e 7 = interesse total**. Circule o número que equivale a sua resposta.

0 1 2 3 4 5 6 7

5. Qual(ais) teoria(ias) você conhece para o surgimento do Universo?

6. Do que trata a teoria do Big Bang? Você seria capaz de resumi-la nas linhas abaixo?

7. O que você entende por entropia? Qual a sua importância para um possível evolução do Universo?

APÊNDICE D

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – UFERSA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA

ATIVIDADE COM O CONTO “A ÚLTIMA PERGUNTA” QUESTIONÁRIO POSTERIOR

1. Qual a sua impressão quanto a forma como a atividade com base no conto foi desenvolvida? Justifique
2. O conto gerou em você alguma dúvida ou pergunta sobre os temas abordados (Teorias cosmológicas, entropia, energia das estrelas)? Quais?
3. Cite uma ou mais teorias que preveem como seria o fim do Universo. Se puder fale um pouco sobre elas.
4. Em qual teoria cosmológica que melhor se encaixaria o enredo do conto? Justifique.

APÊNDICE E

Sequência Didática 1: O Planeta Pesado

Disciplina: Física / Astronomia

Nível: Ensino Médio

Tema: Planetas do Sistema Solar: Gigantes Gasosos versus Pequenos Rochosos

Duração: 2 horas-aula (100 minutos)

Objetivo Geral: Conhecer a estrutura básica dos planetas do sistema solar com ênfase no comparativo entre Terra e Júpiter, sendo capaz de compreender a influência desta estrutura sobre qualquer possível sistema orgânico ou inorgânico existente nestes planetas ou em seus corpos associados.

Objetivos Específicos:

- Desenvolver a capacidade de leitura e interpretação textual
- Compreender quais são as características que definem os valores da aceleração da gravidade e pressão atmosférica de um planeta ou outro corpo celeste.
- Entender a relação entre a atmosfera de um planeta e a faixa de frequência das ondas eletromagnéticas que chegam a sua superfície em maior abundância e como isto afeta os seres vivos.
- Refletir sobre a importância da superioridade tecnológica para as relações de poder entre as sociedades.
- Desenvolver a capacidade de reflexão e argumentação a partir da interação através de redes sociais.

Conteúdos:

- Aceleração da gravidade

- Pressão atmosférica
- Luz, cores e frequência
- Pressão e mudança de fase

Recursos didáticos:

- Data show
- Caixa de som
- Computador
- Quadro branco
- Materiais impressos (questionários, conto e textos de apoio)

Procedimentos Metodológicos

1º Momento (presencial): 100 min

- 10:00 min – Apresentação do trabalho oferecendo aos alunos um rápido panorama da atividade de um forma completa.
- 20:00 min – Realização do questionário prévio
- 30:00 min – Leitura individual do conto *O Planeta Pesado*.
- 15:00 min – Recontagem coletiva do conto.
- 15:00 min – Apresentação de slides sobre as características físicas e ambientais dos planetas do sistema solar.
- 10:00 min – Instruções sobre a atividade a distância.

2º Momento (a distância)

- Foi criado um grupo na rede social *Facebook* com o título *Física e Literatura - Contos de FC nas aulas de Física*, com o objetivo de estender a interação da atividade a momentos mais convenientes para os alunos. Através desta ferramenta

os alunos responderão às perguntas do questionário que receberam no momento presencial e a outras perguntas sobre suas opiniões a respeito da atividade.

3º Momento (presencial)

- Apresentação dos mini seminários sobre os principais temas científicos abordados no conto.

Avaliação

- A avaliação será realizada com base na participação dos alunos durante os encontros presenciais e nas atividades a distância. Não devem ser consideradas para a avaliação as respostas do questionário prévio, sendo este apenas uma base para que o professor pesquisador possa traçar o perfil da turma quanto a prática de leitura e os conhecimentos científicos relacionados ao tema.

É importante salientar que a forma de proceder e avaliar esta proposta consiste apenas em um modelo, cabendo ao leitor julgar sua viabilidade. Se considerar necessário deve-se derivar outras formas a partir desta ou criar outras completamente distintas.

APÊNDICE F

Sequência Didática 2: A Última Pergunta

Disciplina: Física / Astronomia

Nível: Ensino Médio

Temas: Modelo Cosmológico Padrão / Entropia

Duração: 4 horas-aula (200 minutos)

Objetivo Geral: Conhecer o Modelo Cosmológico Padrão e as teorias alternativas a este modelo. Compreender o conceito de entropia e como este se relaciona ao MCP.

Objetivos Específicos:

- Desenvolver a capacidade de leitura e interpretação textual
- Compreender a diferença entre combustíveis renováveis e não renováveis
- Entender a relação entre os fenômenos do cotidiano do aluno
- Refletir sobre a importância da superioridade tecnológica para as relações de poder entre as sociedades.
- Desenvolver a capacidade de reflexão e argumentação a partir do debate de teorias controversas.
- Identificar o processo de conversão de energia existente no interior das estrelas.

Conteúdos:

- 2ª Lei da termodinâmica
- Entropia
- Fontes de Energia
- Teorias cosmológicas

Recursos didáticos:

- Data show
- Caixa de som
- Computador
- Quadro branco
- Materiais impressos (questionários e conto)
- Arquivo em formato mp3 com a interpretação do conto A Última Pergunta.

Procedimentos Metodológicos

1º Momento (presencial): 100 min

- 5:00 min – Apresentação do trabalho oferecendo aos alunos um rápido panorama da atividade de um forma completa.
- 20:00 min – Realização do questionário prévio
- 30:00 min – Audição do *podcast* acompanhado da leitura individual do conto *A Última Pergunta*.
- 15:00 min – Recontagem coletiva do conto.
- 20:00 min – Apresentação de slides sobre os principais conceitos a serem abordados a partir do conto: entropia, teorias cosmológicas, combustíveis das estrelas.
- 10:00 min – Instruções sobre a atividade a ser desenvolvida em casa.
- Os alunos devem ser divididos em equipes, recomenda-se um máximo de 5 alunos por equipe.
- As equipes deverão pesquisar e declarar ao professor uma teoria cosmológica alternativa ao MCP.
- No próximo encontro da turma cada equipe irá preparar uma

apresentação de slides em um tempo máximo de 10 minutos sobre a teoria que declararam ao professor.

2º Momento (presencial)

- Divididos em grupos, os alunos apresentam para a turma teorias cosmológicas alternativas ao MCP por eles pesquisadas. Deve ser incentivado o debate sobre cada ponto de vista explorado com intuito de desenvolver a capacidade argumentativa dos estudantes.
- Depois das apresentações e do debate a tarefa da turma consistiu em encontrar uma teoria cosmológica que tivesse a maior identificação com o enredo do conto.

Avaliação

- A avaliação será realizada com base na participação dos alunos durante os dois momentos, sendo qualitativa a avaliação no primeiro e quantitativa e qualitativa a avaliação da apresentação dos seminários no segundo. Não devem ser consideradas para a avaliação as respostas do questionário prévio, sendo este apenas uma base para que o professor pesquisador possa traçar o perfil da turma quanto a prática de leitura e os conhecimentos científicos relacionados ao tema.
- É importante salientar que a forma de proceder e avaliar esta proposta consiste apenas em um modelo, cabendo ao leitor julgar sua viabilidade. Se considerar necessário deve-se derivar outras formas a partir desta ou criar outras completamente distintas.
- **Observação:** O arquivo com a interpretação do conto A última Pergunta foi baixada a partir do site *Mundo do Podcast*, disponível em <<http://media.blubrry.com/podema/p/e.mundopodcast.com.br/podema/podema-060-ultima-pergunta.mp3>> Acesso em 26 mar. 2014

ANEXO A

O Planeta Pesado (Milton Rothman, 1939)

Ennis estava completando a sua patrulha do Setor EM, Divisão 426, do Oceano Oriental. O tempo mostrava-se singularmente agradável, o ar com espesso líquido rugindo ao longo do barco, numa fúria contínua que o levava a uma velocidade como se voasse, deixando para trás pequenas ondas encrespadas, que se elevavam e baixavam com espantosa rapidez. Uma rajada forte e selvagem, uma comoção, cortou o espaço e lançou-se sobre o oceano como a martelada de um poderoso gigante, jogando o pequeno barco para diante, perigosamente.

Ennis rapidamente segurou os controles, músculos fortes como granito aparecendo em baixo-relevo sob o macacão, corpo imensamente forte, a pele brilhando como escamas sob o jato cortante da água. O calor proveniente do sol que se elevava no horizonte como enorme lanterna vermelha era de intensidade tangível, tornando um inferno o vento que soprava.

O pequeno barco que Ennis manobrava por pura força muscular, elevou-se no ar e nele pareceu permanecer por vários segundos, antes de enfiar novamente a sua quilha na água. Com frequência flutuava assim por longa distância, pois o ar era muito denso. O limite entre o ar e a água dificilmente podia ser definido por completo, pois algumas vezes os dois elementos fundiam-se um no outro, imperceptivelmente. A pressão podia fazer coisas estranhas.

Como uma partícula de poeira luzindo em um raio-de sol, um diminuto ponto de luz atraiu a atenção de Ennis. Um planador, pensou ele, mas estava confuso. Por que tão longe e aqui no oceano? Planadores eram coisas bem desagradáveis para manobrar sob a violência do vento.

A partícula de poeira foi atingida pela luz, novamente. Estava agora mais baixa, descendo com uma rapidez que significava perigo. Uma rajada de vento apanhou-a e fê-la cair mais rápido. Passou então a flutuar, vagorosamente, por algum tempo, até que foi atingida pelo vento mais uma vez, vento que parecia destorcer todo o seu contorno.

Ennis torceu a proa do barco a fim de abrir caminho até a nave que caíra. Era curioso, pensava ele: onde estavam as asas? Seriam asas retráteis ou se teriam quebrado? A coisa avolumou-se, ficou mais perto e, afinal, não era um planador. Muito maior do que qualquer planador existente, tinha uma forma ridícula que não ficaria ereta por um só instante. Em face da brusca batida do aparelho ao atingir a água – uma chapinhada que decaiu quase ao mesmo tempo em que se elevou – um certo pensamento começou a dar voltas na mente de Ennis. Um pensamento que era mais importante do que qualquer outra coisa naquele planeta – ou pelo menos assim o era para ele. Porque se aquilo era o que estava pensando – e tinha de ser – tratava-se do que Shadden havia estado á procurar desesperadamente durante anos. Que golpe de inconcebível sorte, caindo assim do céu bem em frente aos seus olhos.

A forma prateada vagava lentamente sobre as águas turbulentas. Ennis fez o barco aproximar-se com rapidez mas, com perícia, fê-lo diminuir a marcha, de modo que os dois aparelhos, ao se aproximarem, chocaram-se levemente. O metal do aparelho estranho amassou-se como se fora feito de borracha leve. Ennis ficou pasmado. Estendeu o braço para sentir a superfície curvilínea do aparelho – e seu dedo enfiou-se diretamente no metal. Que espécie de gente era aquela que fazia naves de material tão fraco?

Manobrou o seu pequeno barco ao lado do aparelho maior e subiu para uma abertura. A parede da nave cedeu sob ele. Compreendeu que devia ser mais cuidadoso, pois aquela coisa era amedrontadoramente frágil. Não permaneceria intacta por muito tempo, de maneira que teria de trabalhar com rapidez se quisesse salvá-la. A pressão atmosférica já deveria tê-la achatado há muito tempo se não fosse pelos entalhes denteados sobre os quais a pressão pudera estabilizar-se.

Depois de atingir a abertura, desceu cuidadosamente para o interior da nave. A passagem era muito estreita e, para alargá-la, simplesmente segurou e forçou-a para os lados, o que facilmente conseguiu. Ao entrar, olhou com desconfiança mesclada de desprezo para os insignificantes dispositivos, chapas e alavancas, que não passariam de objetos de papel em seu próprio mundo. Nada havia permanecido em sua forma original. Maquinaria mutilada e amassada, tubos de vácuo quebrados, peças vergadas, tudo havia sido arruinado pela gravidade e pela pressão.

No chão havia uma massa que não examinou acuradamente. Parecia mais uma geléia vermelha, comprida e adelgada pelo efeito da gravidade cem vezes mais: forte e de uma atmosfera dez mil vezes mais pesada do que aquela para a qual fora criada.

Ennis agora estava numa sala cheia de botões e painéis nas paredes, aparentemente uma sala de controle. No centro havia uma mesa e, sobre ela, um mapa – um mapa de um sistema solar. Mostrava nove planetas – enquanto o seu tinha apenas cinco.

Foi então que compreendeu que estava certo. Se eles vinham de um outro planeta, o que desejava devia estar ali. Não podia ser outra coisa.

Encontrou uma escada que descia. Grande maquinaria enchia o recinto lá embaixo. Não havia luz mas ele não notou. Podia ver bastante bem por infravermelho e a quantidade de energia necessária para sustentar o seu compacto gigantismo, mantinha-o em radiação constante.

Passou depois por uma porta que era maciça, apreciavelmente compacta até mesmo em seu planeta – e ali estava a coisa. Reconheceu-a imediatamente. Era grande, grossa e forte. O metal era macio, mas de espessura suficiente para manter-se sem desagregar-se sob a enorme força de atração do seu mundo. Jamais havia visto qualquer coisa igual àquela. Era cheia de cabos, espiras, magnetos e dispositivos de formatos desconhecidos para ele. Shadden porém sabia. E não somente ele mas, quem sabe, quantos e muitos outros cientistas antes dele, haviam tentado inventar alguma coisa que pudesse fazer o que aquilo poderia – mas todos haviam falhado. E sem as coisas que aquela máquina poderia executar, a raça dos homens do Planeta Pesado estaria condenada a permanecer na sua superfície, irremovivelmente agrilhoados ali pela esmagadora gravidade.

Era a energia atômica: Soubera disto tão logo se certificara de que não se tratava de um planador – pois nada mais a não ser a energia atômica e os ventos furiosos, seria capaz de levantar qualquer corpo da superfície do Planeta Pesado. Os processos químicos não eram importantes. Não existe coisa tal como uma explosão onde a atmosfera que pressiona para dentro possui força maior do que a explosão que pressionaria para fora. De todas as possíveis fontes teóricas de energia, somente a

atômica poderia realizar o trabalho necessário para elevar uma nave e levá-la a deixar a órbita do planeta. Qualquer outra fonte de energia simplesmente seria fraca, não teria força suficiente.

Sim, Shadden e todos os cientistas deviam ver aquilo. E deveriam ver com maior presteza, porque as forças do oceano e da tempestade poderiam facilmente reduzir a nave a pedaços e, o que era ainda mais importante, os cientistas de Bantin e Marak poderiam obter o segredo se os outros se demorassem. E se conseguissem tal coisa, seria a ruína completa – a perda da antiga supremacia da sua nação, mantida durante idades. Bantin e Marak eram nações guerreiras: se obtivessem o segredo, passariam a usá-lo contra todos os mundos que abundam no Universo.

E o Universo era grande. E aí estava por que Ennis estava tão certo de que aquela nave fora impulsionada por energia atômica. Porque, ainda que tivesse tido origem em um planeta tão pequenino onde a energia química fora suficiente para elevá-lo a um ponto de vencer a gravidade (embora tal coisa fosse difícil de se imaginar), para viajar vencendo as distâncias que separam as estrelas, somente uma única coisa teria tal poder.

Voltou a atravessar a nave tentando descobrir o que tinha acontecido. Ali estavam mais daquelas polpas, jazendo ao lado de longos tubos que se projetavam, através de engenhosas portinholas, para o exterior. Reconheceu que se tratava de armas, cujo exame valia a pena. Devia ter havido uma batalha e Ennis visualizou a cena. As forças que vinham da energia atômica deviam ter alterado até mesmo o espaço na sua vizinhança. A nave rompera-se, os ocupantes foram mortos, os controles quebrados e fora então cegamente arremessada, a uma titânica velocidade dentro do vazio. Finalmente, chegara suficientemente perto do Planeta Pesado para ser atraída pelo seu descomunal poder de gravidade.

Foi então que ouviu a sirene. Foi o clamor do alarma que o fez voltar-se e correr para o seu barco. Muito além, entre as ondas que se elevavam e caíam tão abruptamente, divisou um barco longo e baixo que abria caminho em direção dos destroços da nave espacial. Vislumbrou um rutilar colorido sobre a superestrutura cinzenta e arredondada e compreendeu que se tratava de um navio de guerra de Marak. A sorte apresentava-se forte em ambos os extremos: antes fora boa, agora era má. Poderia facilmente ter iludido o navio de guerra, saindo no seu próprio e pequeno barco,

mas não podia deixar os destroços. Uma vez perdido para o inimigo, jamais o recuperaria e era por demais valioso para deixar escapar.

O vento elevava-se e rugia em volta de sua cabeça e ele retesou os músculos para evitar ser lançado fora, uma vez que se equilibrava ali, parte em seu próprio barco e parte sobre os destroços. O sol se deitara e os ventos da tarde haviam começado a soprar. Ajudado por eles o navio avançava, a proa fendendo a resistência da água que era lançada para os lados.

Ennis pensava rápido, furiosamente. Com um gesto rápido fez estalar rapidamente o comutador do radiofone e chamou Shadden. Com atormentada impaciência esperou até que a voz de Shadden se fez clara em seu ouvido. Por fim teve a certeza de que a comunicação estava feita e disse então:

– Shadden! Aqui é Ennis. Apanhe o seu planador, Shadden, voe na direção a45j, na minha rota! Rápido! Aquela coisa está aqui, Shadden! Mas não tenho mais tempo. Venha!

Desligou o radiofone, retirou a válvula do fundo do seu barco, apoiando-se em um dos lados dos destroços. Rapidamente o oceano subiu e afundou seu pequeno barco que num instante desapareceu tragado pelas ondas, levado para o fundo. Tal providência impediria que fosse encontrado, pelo menos por algum tempo.

Agora estava de volta à escuridão reinante na espaçonave. Supunha que não havia sido notado ao subir para a abertura. Onde poderia esconder-se? E deveria esconder-se? Não poderia enfrentar um navio de guerra completo, sozinho e sem armas. Não existiam armas que pudessem ser portadas, de qualquer forma. Um feixe de luz actínica concentrada, que destruiria os olhos e o sistema nervoso, tinha de ser comandado pela inteira potência dos geradores de um navio de guerra. Armas para golpear e cortar jamais haviam sido desenvolvidas em um mundo onde a carne era mais dura do que o metal. Ennis era perito em combate pessoal, mas como poderia enfrentar todos os que entrariam nos destroços?

Desceu novamente para a câmara escura onde o enorme gerador atômico elevava-se acima de sua cabeça. Agora procurava alguma coisa que havia deixado passar antes. Arrastou-se em volta do gerador examinando os seus recessos. E então, a

alguns pés acima, descobriu uma abertura, elevou-se até ela cuidadosamente a fim de não destruir a preciosa coisa com o seu peso. A abertura estava coberta por uma substância pesada, de uma transparência não propriamente translúcida, através da qual se escoava um tênue brilho, procedente do interior. Ficou então satisfeito. De alguma forma a matéria estava ainda sendo desintegrada ali dentro e a energia poderia ser dirigida, se soubesse como.

Ali estavam chapas, arames de todos os tamanhos e barras coletivas, tubos grossos e pesados que se curvavam pelo seu próprio peso. Alguns dirigiam-se para dentro e outros para fora; seria melhor não mexer neles. Procurou então uma nova pista. Seguiu para o andar de cima novamente, para os locais onde havia visto as armas.

Estavam todas montadas em pesados, rígidos suportes. Cuidadosamente separou os tubos das bases. Na primeira vez que tentou não foi suficientemente cuidadoso e parte do próprio projetor fendeu-se, mas na vez seguinte já sabia o que estava fazendo e ele se despreendeu sem danificar-se. Era uma coisa grande, quase tão grossa quanto o seu braço e duas vezes mais longa do que ele. Pesadas chapas partiam da sua extremidade inferior e atrás havia uma alavanca. Esperou que a arma estivesse em condições de funcionar – mas não ousou experimentá-la; tudo o que podia fazer era examinar as chapas e certificar-se de que estavam intactas.

Já não lhe sobrava mais tempo. Ouviu uma pancada surda e em seguida golpes menores à medida que a tripulação do navio subia a bordo da nave. Houve um momento em que ouviu uma pancada forte, como se alguém tivesse atravessado de lado a lado a parede da nave.

– Idiotas! – murmurou Ennis e seguiu para a frente, com a sua arma, em direção à escada. Ruídos vinham de cima e logo em seguida uma forte batida amassou os painéis do teto. De um pulo Ennis tentou sair do caminho mas toda aquela parte do teto veio abaixo e, com ela, dois homens. O chão cedeu, mas suportou o peso por um momento. Apanhado sob a parte do teto que se desprendera, Ennis conseguiu desvencilhar-se dela, apareceu com uma viga na mão e com ela golpeou a cabeça de um dos maraks. O homem simplesmente sacudiu-se e saiu em perseguição a Ennis que aparou seu golpe gingando, contra-atacando com uma bofetada que deixou uma marca negra na pele que era como uma armadura e arremeteu o inimigo contra a parede oposta.

O outro já estava no encalço de Ennis que se esquivou com a rapidez de alguém que habitualmente se movimenta sob uma pressão de dez mil atmosferas; atirou depois o marak para longe, deixando-o inconsciente com uma torção em um ponto sensível.

O primeiro oponente retornou e os dois se abraçaram, ambos à procura de centros nervosos que pudessem ser atingidos. Ennis contorceu-se freneticamente, consciente do real perigo que a fragilidade da nave podia trazer se se desfizesse em pedaços sob seus pés. O parapeito de uma escada cedeu sob o peso dos dois, estatelaram-se contra ela, esmagando os degraus até o chão, O peso de ambos os seus movimentos fizeram o resto. Ennis relaxou o golpe de torção que aplicava no marak e impediu a sua própria queda segurando-se em uma das vigas que faziam parte do travejamento da nave. O outro, porém, continuou na sua devastadora queda, demolindo a concha interna, atingindo a mais inferior que também cedeu com um terrível ruído de esmagamento. A última parede da nave rompeu-se e o marak desapareceu na água que, borbulhante, começou a invadir os destroços.

Ennis olhou para baixo, onde o marak havia caído, silvou uma súbita inalação de ar e em seguida mergulhou num movimento súbito, que não pôde impedir. Lutou contra a água que subia, irrompendo através do rasgão aberto na quilha. Agarrou-se a uma viga, que cedeu sob a força de sua mão e que seguiu para adiante, contra a corrente. A água infiltrava-se como um gêiser através da abertura, transformando-se em poderosa corrente que o levava para trás e começava a encher o fundo da nave. Contra aquela terrível pressão forçou passagem para adiante, vagarosamente, combatendo as ondas invasoras e, por fim, alçou-se com um poderoso movimento e atingiu a abertura. As suas bordas tinham-se dobrado para trás, sobre si mesmas, pela força da água invasora e estavam escancaradas como uma mandíbula denteada. Segurou-as com as suas mãos poderosas e puxou-as com toda a sua força. Resistiram por um momento, mas começaram a endireitar-se. Com irresistível energia puxou-as e acertou-as na sua posição original e então, tomando as arestas das partes rompidas, apertou-as, comprimindo-as em seguida. O metal tornou-se maleável em suas mãos e começou a fluir. As bordas da placa soldaram-se sob aquela poderosa pressão. Forçou ligeiramente a massa para baixo e logo a superfície estava inteiramente imune à entrada da água. Flexionou os dedos ao levantar-se, pois eles doíam: até mesmo a sua força estava sendo submetida a dura prova.

Ruídos fizeram-se ouvir vindos lá de cima. Os homens estavam descendo para investigar o que acontecera. Ficou parado ali, por um momento, para pensar. Decidiu forçar uma parede livre. Atravessou-a, puxando depois as placas e vigas e colocando-as na sua posição original. Estava agora em outra extremidade da nave e subiu uma escada. Lá em cima, um corredor estava deserto, percorreu na ponta dos pés procurando o lugar onde havia deixado a arma que preparara. Um tumulto fez-se ouvir lá em cima quando os maraks encontraram o homem que ficara inconsciente.

Dois homens surgiram, andando pesadamente pelo corredor, dando-lhe apenas uma fração de tempo para entrar por uma porta em um dos lados. Encontrou-se em um dormitório. Ali estavam duas polpas vermelhas e nada que pudesse ajudá-lo, de maneira que ali ficou apenas o tempo suficiente para certificar-se de que não seria visto se saísse. Continuou a andar fazendo o menor barulho possível. A algazarra dos homens lá em cima ajudava-o. Parecia que estavam reduzindo a nave a pedaços. Mais uma vez Ennis amaldiçoou a idiotice deles. Não podiam ver quão valioso era aquilo?

Estavam porém na sala de controle, danificando a maquinaria com sua curiosidade infantil, conjecturando sobre a estranha fragilidade do metal com textura de papel, sem compreender que no mundo onde fora fabricado era suficientemente forte para suportar qualquer impacto que os construtores pudessem prever.

A estranha arma que Ennis havia preparado estava no chão de uma

passagem, exatamente do lado de fora da sala de controle. Olhou ansiosamente para os cabos lançados no chão. Teriam eles pisado e quebrado aquilo? Estaria o instrumento em condições de funcionar? Teria de apanhar a arma e sair, não havia tempo para experimentá-la e verificar o seu funcionamento.

Um barulho por trás dele fê-lo mais uma vez entrar pela primeira porta encontrada, enquanto um enorme marak, usando um cinto colorido, passou como um raio pelo corredor, dirigindo-se à sala de controle. Esbravejou as suas ordens terminantes e os homens pararam com a destruição que faziam na sala. Quase todos, à exceção de alguns, deixaram a sala e espalharam-se pela nave. O rosto de Ennis contorceu-se em uma careta. Aquilo tornava as coisas mais difíceis. Não poderia combatê-los sozinho e não poderia usar a arma dentro da nave, se é que ela era o que ele pensava, levando em consideração o tamanho de seus cabos.

Um marak postara-se na porta de entrada do quarto onde Ennis se escondera. Não podia sair por ali. Olhou em torno e verificou que não havia outra porta. Uma vigia na parede que dava para o exterior da nave, pareceu-lhe um disco fino, transparente. Examinou aquilo, sentiu-o com as suas mãos e subitamente enfiou-as através da vigia. Tão silenciosamente quanto pôde trabalhou em volta daquele círculo, alargando-o, até que se tornou um buraco bastante largo por onde pôde passar. As bordas denteadas não o incomodavam. Pareciam-lhe macias, como nacos de manteiga.

O navio dos maraks estava ancorado ao lado da espaçonave. Deste lado o vento rugia terrivelmente e as ondas de dentes de serra estendiam-se a perder de vista para um horizonte que ficava a milhas de distância. Com cautela lançou-se à água e contornou a forma roliça e brilhante da nave abandonada, passou em frente à proa lutando com esforço contra o perigoso fluxo da água que o forçava para trás e que atingia cada polegada do seu corpo. O vulto mais escuro do navio de guerra elevava-se à sua frente à medida que completava a curva e ele nadou através do pequeno espaço a fim de agarrar-se à corrente que, da superfície do navio, projetava-se para baixo. Subiu por ela, os músculos fortes como carborundo retesando-se para combater todas as forças da gravidade e do vento que o lançavam para baixo. Perto do topo da curva do navio havia um dispositivo de forma aerodinâmica. Apalpou em volta da sua base e ali encontrou uma alavanca que acionou. A bola de metal foi para trás, revelando um enorme suporte giratório, com um espesso projetor cilíndrico no seu topo.

Movimentou o suporte giratório e deixou-o lançar um súbito e curto raio de fogo branco por todo o convés deserto do navio de guerra. De dentro do navio vozes profundas fizeram-se ouvir, alguns homens saíram para o convés para retroceder imediatamente, a emitir gritos que sufocavam suas gargantas, quando Ennis os apanhou sob o intolerável feixe de luz do projetor. Homens escudados por cinco mil milhas de atmosfera, da luz actínica, acostumados a receber apenas o vermelho e o infravermelho, são dolorosamente vulneráveis à amedrontadora concentração do ultravioleta.

Ruídos e gritos vinham agora da espaçonave abandonada, sendo apanhados e dispersados pelo vento tormentoso que parecia castigar a todos com novo vigor naquele momento. Cabeças apareceram nas aberturas.

Subitamente Ennis levantou-se com todo o seu peso, enfrentando o vento tão denso, capaz de fazê-lo flutuar. Com um urro fez menção de cobrir o espaço que o separava da nave destrocada. Mas então, como um grupo de maraks começou também a avançar, com dificuldade, escorregando ao atravessar o flanco do navio de guerra, na sua direção, e como um outro grupo que saíra da espaçonave se avolumara no seu convés danificado para verificar que comoção era aquela, agachou-se por trás do projetor de luz ultravioleta e virou-o rapidamente, acionando o comutador.

Era exatamente o que havia desejado: fazer um enorme barulho, provocar um grande distúrbio para obrigá-los a ficarem todos no convés e então reduzi-los a pedaços. O feixe de luz devoradora partiu do holofote e os homens no convés da nave abandonada imediatamente abaixaram-se. Ennis descobriu que não podia flexionar o projetor suficientemente para baixo, a fim de atingi-los. Manteve-o portanto apenas na direção da espaçonave. A incandescência porém atingiu o auge, para em seguida diminuir e desaparecer. A corrente havia sido cortada no quadro de distribuição de energia.

Ennis deixou o seu lugar por trás do projetor quando foi atingido por dois maraks que sobre ele se lançaram, pelas suas costas e protegidos pela escuridão que reinava no navio de guerra. Os três caíram n'água e afundaram, Ennis lutando violentamente. Parecia-lhe ser o começo do fim, de modo que usou de toda a sua força, num vigoroso impulso. A água debatia-se em volta deles em pequenas e agitadas ondas que caíam com rapidez maior do que a vista podia acompanhar. Golpes mais pesados do que aqueles que poderiam ser desferidos com um martelo, na Terra, atingiam o rosto e a cabeça de Ennis. A sua posição era demasiado aflitiva para revidá-los e subitamente desapareceu da superfície e afundou de uma vez. Em volta dele a pressão da água era enorme e rapidamente aumentava à medida que descia. Foi então que viu o vulto escuro da parte afundada da espaçonave, logo acima dele. Os seus pulmões já lutavam pelo ar, mas ele combateu a inconsciência que se avizinhava e nadou obstinadamente, abrindo caminho por baixo dos destroços. As suas braçadas eram pesadas e firmes. Parecia-lhe que aquela distância relativamente curta, seguindo a curva metálica, não teria fim. Vista de baixo, a nave parecia enorme e, à tentativa de nadar cobrindo a sua largura, fazia com que parecesse ainda maior.

Por fim, pôde elevar a cabeça e seus pulmões avidamente inalaram o ar. Não havia tempo para descansar porém. Devia fazer o uso da vantagem alcançada, enquanto

lhe pertencia. Nadou ao longo da nave à procura de uma abertura. Não havia nenhuma que pudesse atingir estando na água, de maneira que fez uma, enfiando seus dedos rígidos e grossos no metal, dilacerando-o, até que pôde fazer um apreciável rasgão no revestimento exterior, mais grosso, e em seguida na parede interna.

Elevou-se da água para a abertura feita e se encontrou na sala de máquinas, no segundo plano da nave. Seguiu pelo corredor e subiu pela escada parcialmente destruída, achando-se depois na passagem principal, perto da sala de controle. Entrou nesta última e nela não havia ninguém, embora os ruídos que vinham de cima indicassem que os maraks estavam descendo novamente. No chão, ali estava a sua arma, onde a havia deixado. Congratulou-se porque eles não a haviam descoberto e destruído. Pelo menos haveria alguma coisa a ser salva para um estudo, um exame inteligente.

A conversa do grupo que descia transformou-se em clamor de ódio quando o descobriram na passagem principal, no fim do corredor. Ficaram ali parados por um momento, perplexos. Ele havia caído no oceano e agora, magicamente, aparecera dentro da nave abandonada. Foram aqueles segundos que deram tempo a Ennis para empunhar a sua arma.

Debatia a questão consigo mesmo, rapidamente, e decidiu arriscar no que lhe era desconhecido. Quão poderosa era a arma ele não sabia mas, tratando-se de energia atômica, tinha de ser fulminante. Não lhe era agradável usá-la dentro da espaçonave; desejava que muito ainda restasse a flutuar sobre a água, até a chegada de Shadden; mas os maraks já começavam a avançar e ele tinha que fazer alguma coisa. Acionou o gatilho. O cilindro apoiado em seu ombro escoiceou com grande força; um jato de energia feroz e ofuscadora dele partiu e com a rapidez da luz atravessou o corredor, em todo o seu comprimento.

Quando pôde ver novamente, já não havia mais. corredor. Tudo o que havia estado no caminho daquele projétil fora-se, simplesmente desaparecera.

Sem sentir o calor que agora aquecia o objeto em suas mãos, voltou-se e dirigiu a arma para o navio de guerra que passara a ser claramente visível através do espaço aberto onde, há instantes, estavam as paredes da nave. Antes que os homens do convés pudessem mover-se, puxou o gatilho novamente.

Por um momento os ventos aquietaram: mesmo os elementos naturais silenciavam, amedrontados, em face das forças incríveis que podiam desencadear pela desintegração dos átomos. Mas logo em seguida, com um brado de agonia, o furacão soprou novamente, rolando pelo espaço onde há momentos apenas havia estado o navio de guerra.

Lá longe, no céu, Ennis viu alguma coisa que se movimentava. Era Shadden que se apressava com o seu planador. Agora viria o trabalho realmente importante. Shadden examinaria a grande máquina e verificaria como funcionava. E seria disto que a história se lembraria.

Comentário:

O PLANETA PESADO

Estamos acostumados a considerar a gravidade e a pressão atmosférica da Terra como coisas tão normais que dificilmente delas temos consciência. Na ficção comum nunca são mencionadas exceto, naturalmente, em conexão com precipitações ou tempestades.

Na ficção científica, entretanto, assuntos tais como gravidade e pressão do ar são importantes, pois ambas variam de mundo para mundo. Para ser claro, não há nenhuma probabilidade de que possamos ser expostos a campos gravitacionais mais intensos ou a pressões atmosféricas maiores do que aqueles a que estamos acostumados. Excluindo o próprio Sol, existem somente quatro corpos no sistema solar com campos gravitacionais mais poderosos do que o da Terra, e estes são os planetas gigantes Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Dentro de futuro previsível, não temos probabilidade de descer em tais planetas.

Estes planetas gigantes possuem igualmente atmosferas gigantescas – muito mais densas, de maior profundidade, implicando em pressões bem mais intensas do que as relacionadas à atmosfera terrestre. Os mundos que temos probabilidade de atingir terão de ter campos gravitacionais e pressões do ar menores do que as que estamos acostumados. A Lua tem um campo gravitacional em sua superfície de somente 1/6 do nosso e não possui nenhuma atmosfera; a gravidade de Marte em sua superfície é de 2/5 da nossa e sua pressão atmosférica não é mais do que 1/100 da nossa.

Nas histórias de ficção científica, os mundos alienígenas fora do nosso sistema solar, normalmente são muito parecidos com a Terra, porém muitas histórias tratam da Lua e Marte, de modo que mundos onde a gravidade e a pressão atmosférica são baixas, são familiares aos leitores. Menos familiares são as descrições de condições tais como as de Júpiter, como acontece em “O Planeta Pesado”. Rothman trabalhou duramente para que as estranhas condições em sua superfície se tornassem compreensíveis para nós.

Na época em que a história foi escrita, Milton A. Rothman era um brilhante aluno superior de física e desde então tornou-se um respeitado pesquisador em sua matéria. Ainda assim, não pôde prever para além daquela época.

A história foi publicada na edição de agosto de 1939 da revista *Astounding Science Fiction*, ocasião em que a desintegração do urânio estava a ponto de ser descoberta. Mesmo assim, porém, a história não antecipa a descoberta e nem teria sido correto antecipá-la. Nenhum detalhe foi dado quanto ao dispositivo atômico a bordo da nave de paredes frágeis, vinda do espaço exterior – provavelmente da Terra.

Aparentemente o dispositivo desprendia um fluxo de energia que desintegrava os átomos que encontrava, de maneira que o autor pôde dizer: “Tudo o que havia estado no caminho daquele projétil fora-se, simplesmente desaparecera”. Por outro lado, pôde simplesmente significar que o grande calor originado do processo dentro do dispositivo fazia desaparecer qualquer coisa.

Ainda assim não devemos subestimar muito o valor de ambas as opções. Os escritores de ficção científica pelo menos presumem que o poder nuclear pode ser derivado do seu centro de fornecimento e posto a trabalhar. Poucos cientistas, na década de 30, ousavam calcular tão longe.

ANEXO B

A Última Pergunta (Isaac Asimov 1959)

A última pergunta foi feita pela primeira vez, meio de brincadeira, no dia 21 de maio de 2061, na época em que a humanidade começava sua caminhada na direção da luz. A pergunta surgiu em consequência de uma aposta de cinco dólares entre duas pessoas que tinham exagerado no uísque com soda, e aconteceu da maneira que se segue.

Alexander Adell e Bertram Lupov eram dois fiéis servidores de Multivac. Como qualquer ser humano, eles sabiam o que se escondia por trás da fria, ruidosa e faiscante fachada - milhas e milhas de fachada - daquele gigantesco computador. Mas não tinham mais do que uma vaga noção do plano geral de relês e circuitos que há muito tempo havia se desenvolvido a ponto de não poder mais ser totalmente controlado por um simples mortal.

Multivac era auto-ajustável e auto-regulável. Tinha que ser assim, já que nenhum homem poderia ajustá-o e regulá-o adequadamente, ou com a rapidez necessária. Por isso, Adell e Lupov cuidavam do monstruoso gigante apenas superficialmente, mas com impecável competência. Alimentavam-no com dados, adaptavam as perguntas de acordo com as necessidades do sistema e traduziam as respostas que ele emitia. Certamente, eles, e todos os outros como eles, tinham total liberdade para partilhar das gloriosas conquistas de Multivac.

Durante décadas Multivac tinha ajudado a projetar as naves e a delinear as trajetórias que permitiram que o homem alcançasse a Lua, Marte e Vênus; mas, a partir daí, os escassos recursos da Terra não eram suficientes para prover as naves, que precisavam de muito combustível para fazer viagens mais longas. A Terra explorava seu carvão e seu urânio, com uma eficiência cada vez maior, mas essas reservas estavam se esgotando.

Mas aos poucos Multivac acumulou conhecimento suficiente para analisar questões importantes com mais fundamento, e no dia 14 de maio de 2061, o que era apenas uma teoria transformou-se num fato.

A energia do Sol foi armazenada, convertida e utilizada numa escala planetária. Toda a Terra desligou os fornos de carvão e as usinas nucleares e acionou os sistemas que conectavam tudo o que havia nela a uma pequena estação, com uma milha de diâmetro, que girava em torno do planeta num ponto equidistante entre a Terra e a Lua. Toda a Terra passou a funcionar movida pelos invisíveis raios de energia solar.

Sete dias não foram suficientes para ofuscar a glória desse feito. Adell e Lupov finalmente conseguindo escapar das solenidades públicas, encontraram-se a sós num lugar em que ninguém pensaria em procurá-los, as desertas câmeras subterrâneas, onde podiam ver as partes abandonadas do poderoso corpo de Multivac. Esquecido, preguiçoso, classificando dados com um clique-claque de satisfação, Multivac também merecia umas férias, e os rapazes respeitavam esse direito. Em princípio, não tinham intenção de perturbá-lo.

Traziam uma garrafa de bebida e tudo o que desejavam naquele momento era relaxar juntos enquanto tomavam uns tragos.

- É surpreendente pensar nisso - disse Adell. Seu rosto largo apresentava sinais de cansaço, e ele mexia calmamente seu drinque com um bastão de vidro, observando as pedras de gelo chocando-se dentro do copo. - Agora temos toda a energia de que precisamos, podemos usá-a à vontade. É tanta energia que, se quiséssemos, poderíamos transformar a Terra numa imensa massa de ferro impuro derretido, e ainda assim ela não acabaria. Toda a energia que viermos a precisar, para sempre, para todo o sempre.

Lupov levantou a cabeça e olhou meio de lado. Ele tinha o costume de fazer isso quando queria contestar alguém, como pretendia fazer agora, em parte porque tivera que carregar os copos e o gelo.

- Para sempre, não - disse ele.

- É quase isso, cara. Até que o Sol se apague, Bert.

- Isso não é para sempre.

- Tá bom, tá bom. Bilhões e bilhões de anos. Talvez vinte bilhões de anos. Está satisfeito?

Lupov passou os dedos entre os seus raros cabelos, como estivesse se certificando de que ainda restavam alguns fios, e sorveu seu drinque lentamente.

- Vinte bilhões de anos não são a eternidade.

- Bem, a gente não vai viver tanto tempo assim, vai?

- Se fosse por causa disso poderíamos continuar com o carvão e o urânio.

- Tudo bem, mas agora podemos ligar nossas espaçonaves na Estação Solar e ir e voltar para Plutão milhões de vezes sem nos preocuparmos com o combustível. Você não conseguiria isso com o carvão e o urânio. Pergunte a Multivac, já que você não acredita em mim.

- Não preciso perguntar a Multivac. Eu sei disso.

- Então, não menospreze o que Multivac fez por nós - disse Adell, inflamado. - Ele foi brilhante.

- Quem disse que não? O que eu disse foi que o Sol não durará para sempre. Foi apenas isso que eu disse. Nós estamos garantidos por vinte bilhões de anos. E depois disso? - Lupov apontou um dedo meio trêmulo para o amigo. - E não venha me dizer que podemos recorrer a outro sol.

Os dois ficaram em silêncio durante um tempo. De vez em quando Adell levava seu copo à boca, e aos poucos os olhos de Lupov foram se fechando. Estavam totalmente relaxados.

De repente, Lupov abriu os olhos.

- Você está pensando que um dia recorreremos a outro sol, não é?

- Não estou pensando em nada.

- É claro que você pensou nisso. Seu forte não é lógica, esse é o seu problema.

Você é como o cara daquela história que, no meio de um inesperado temporal, correu na direção de um grupo de árvores e se protegeu embaixo de uma delas. Ele não

estava preocupado porque imaginava que quando uma árvore ficasse molhada iria para baixo de outra.

- Eu entendi - disse Adell. - Não precisa gritar. Quando o Sol apagar, as estrelas também terão apagado.

- Ora, se terão - resmungou Lupov. - Isso tudo começou com a explosão cósmica original, o que quer que tenha sido isso, e terá um fim quando todas as estrelas se apagarem. Algumas se apagarão antes das outras. Diabo, as gigantes não durarão mais do que cem milhões de anos. O Sol durará vinte bilhões de anos e talvez as anãs cem bilhões de anos, por melhores que sejam. Mas em um trilhão de anos tudo estará escuro. Mais cedo ou mais tarde, a entropia vai chegar a seu ponto máximo.

- Sei tudo sobre entropia - disse Adell, defendendo seu orgulho.

- Sabe uma ova!

- Sei tanto quanto você.

- Então admita que todas as coisas um dia terão um fim.

- Tudo bem, Quem disse que não?

- Você, seu bobão. Você disse que teremos para sempre toda a energia de que precisarmos. Você disse para sempre.

Era a vez de Adell provocar.

- Algum dia talvez possamos recomeçar tudo de novo - disse ele.

- Nunca.

- Por que não? Algum dia...

- Pergunte a Multivac.

- Nunca.

- Você pergunta a Multivac. Eu aposto. Quer valer cinco dólares como Multivac vai dizer que isso é impossível?

Adell estava bêbado o suficiente para tentar, mas não ao ponto de ser incapaz de digitar os símbolos e operações necessários para formular uma pergunta que, em palavras, corresponderia a isso: quando a rede de energia estiver totalmente saturada, a humanidade será capaz de restituir a força do Sol, mesmo depois de ele ter perdido todo o seu vigor?

Ou talvez isso pudesse ser colocado de uma maneira mais simples: o sistema de entropia do Universo pode ser revertido?

Multivac caiu num silêncio profundo. O lento piscar de luzes parou, da mesma forma como os fracos estalos dos relês.

Então, quando os assustados técnicos não podiam mais prender a respiração, a impressora atrelada àquela parte de Multivac voltou a funcionar repentinamente. Cinco palavras foram impressas: DADOS INSUFICIENTES PARA RESPOSTA SIGNIFICATIVA.

- Ainda não - sussurrou Lupov, e saíram correndo daquele lugar.

Na manhã seguinte, eles, com a boca ressecada e a cabeça latejando, tinham esquecido o incidente.

Jerrodd, Jerrodine e Jerrodette I e II estavam observando as mudanças na estrelada paisagem pelo visor à medida que a viagem através do hiper espaço ia-se consumando em frações de segundos. Logo o brilho de um disco marmóreo se destacou no meio da miríade de estrelas.

- Isso é o X-23 - disse Jerrodd, com convicção. Apertou firmemente suas mãos finas atrás das costas de tal modo que as juntas dos dedos embranqueceram.

As pequenas Jerrodettes estavam atravessando o hiper espaço pela primeira vez em suas vidas, e se sentiram importantes ao perceber que tinham entrado na órbita de um novo planeta. Elas esqueceram suas brincadeiras e, excitadas, começaram a pular em volta da mãe.

- Chegamos em X-23! - gritaram. - Chegamos em X-23! Chegamos...

- Silêncio, crianças - interrompeu-as Jerrodine, rispidamente. - Você tem certeza, Jerrodd?

- Você já viu Microvac errar alguma vez? - perguntou Jerrodd, olhando para a inexpressiva massa de metal um pouco abaixo do teto. Ela ia de uma ponta a outra da sala, desaparecendo através das paredes. Era tão comprida quanto a nave.

Jerrodd não sabia muita coisa a respeito daquela volumosa estrutura metálica. Sabia

apenas que se chamava Microvac e que as pessoas podiam lhe fazer qualquer

tipo de pergunta; também tinha a incumbência de guiar a nave para um destino predeterminado, abastecê-la com energia das várias estações de força galácticas e processar os dados necessários para as travessias hiperespaciais. Jerrodd e sua família tinham apenas que esperar enquanto viviam nas confortáveis alas residenciais da nave.

Uma vez, alguém disse para Jerrodd que o "AC" de Microvac eram as iniciais de analog computer em inglês arcaico, mas ele mal se lembrava disso. Os olhos de Jerrodine lacrimejaram enquanto ela olhava pelo visor.

- Estou emocionada. É tão estranho deixar a Terra.

- Pelo amor de Deus, Jerrodine - interpelou Jerrodd. - Não tínhamos nada lá. Vamos ter tudo em X-23. Você não estará sozinha nem será uma prisioneira. Já tem mais de um milhão de pessoas no planeta. Santo Deus, nossos bisnetos vão procurar novos mundos porque X-23 estará apinhado de gente. - Refletiu um pouco e acrescentou:

- Do jeito que a humanidade está se multiplicando, é uma sorte que os computadores possam programar viagens interestelares.

- Eu sei, eu sei - disse Jerrodine, deprimida.

- Nosso Microvac é o melhor Microvac do mundo - disse Jerrodette, intrometendo-se.

- Concordo com você - disse Jerrodd, fazendo um carinho no cabelo da garota. Era uma agradável sensação ter seu próprio Microvac e Jerrodd sentia-se feliz por pertencer a essa geração. Quando seu pai era jovem, só havia computadores gigantescos, que se espalhavam por centenas de milhas. Só podia haver um por planeta.

Eram chamados AC Planetário. Durante milhares de anos, eles vinham aumentando de tamanho continuamente, mas, de repente, se sofisticaram. No lugar dos transistores, vieram as válvulas moleculares, permitindo que até mesmo o maior dos AC Planetários pudesse caber num espaço equivalente a apenas metade de uma nave.

Jerrodd rejubilou-se, o que acontecia sempre quando pensava que seu Microvac pessoal era muitas vezes mais complexo do que o velho e primitivo Multivac que começou a explorar a energia solar e quase tão complexo quanto o AC Planetário (o maior da Terra) que tinha resolvido o problema das travessias hiperespaciais, tornando possíveis as viagens interestelares.

- Tantos planetas, tantas estrelas - suspirou Jerrodine, ocupada com seus próprios pensamentos. - Acho que sempre haverá famílias procurando novos planetas, assim como nós estamos fazendo agora.

- Não para sempre - disse Jerrodd, sorrindo. - Algum dia isso acabará, mesmo que demore bilhões de anos. Muitos bilhões de anos. Até as estrelas se acabam, você sabe. A entropia um dia vai chegar ao seu ponto máximo.

- O que é entropia, papai? - perguntou Jerrodette II, com voz estridente.

- Querida, entropia é só uma palavra, que significa a quantidade de energia gasta pelo Universo. Tudo um dia se acaba, assim como seu pequeno robô, lembra?

- Você não pode colocar uma bateria nova, como fez com meu robô?

- As estrelas são baterias, meu amor. Depois que elas se acabam não há mais baterias. Jerrodette I abriu um berreiro.

- Não deixe que isso aconteça, papai. Não deixe que as estrelas se acabem.

- Veja só o que você fez - sussurrou Jerrodine, exasperada.

- Como é que eu ia saber que isso ia assustá-las? - sussurrou Jerrodd de volta.

- Pergunte a Microvac - gemeu Jerrodette I. - Pergunte a ele como pode acender as estrelas de novo.

- Faça isso - disse Jerrodine. - Isso vai acalmá-las. (Jerrodette II também estava começando a chorar.)

Jerrodd deu de ombros.

- Calma, crianças. Eu perguntarei a Microvac. Não se preocupem, ele nos explicará. Ele fez a pergunta a Microvac, acrescentando rapidamente: imprima a resposta. Jerrodd escondeu na palma da mão o pequeno pedaço de celuloide e disse alegremente:

- Vejam, meninas. Multivac diz que quando chegar a hora tomará conta de tudo. Não se preocupem.

- Agora, crianças - disse Jerrodine, hora de ir para a cama. Logo chegaremos a nossa casa nova. Jerrodd leu as palavras do celuloide antes de destruí-lo: DADOS INSUFICIENTES PARA RESPOSTA SIGNIFICATIVA

Ele deu de ombros e olhou pelo visor. X-23 estava bem em frente.

VJ-23X de Lameth olhou fixamente para as profundezas negras do mapa da Galáxia em pequena escala tridimensional e disse:

- Pergunto a mim mesmo se não estamos sendo ridículos em ficarmos tão preocupados com esse problema.

- Nicron balançou a cabeça.

- Acho que não. Você sabe que a Galáxia estará superlotada em cinco anos, se continuar crescendo na taxa atual.

Os dois pareciam ter um pouco mais de 20 anos, eram altos e tinham uma boa constituição física.

- Mesmo assim... - disse VJ-23X. - Receio ter que mandar um relatório pessimista para o Conselho Galáctico.

- Eu não pensaria em outro tipo de relatório. Vamos agitá-los um pouco. Temos que fazer isso.

VJ-23X suspirou. - O espaço é infinito. Ainda há pelo menos 100 bilhões de Galáxias para serem exploradas.

- Cem bilhões não são o infinito e, à medida que o tempo passa, vão-se tornando mais finitos ainda. Pense a respeito disso! Há 20 mil anos, a humanidade resolveu o problema da utilização de energia estelar; alguns séculos depois, as viagens interestelares se tornaram possíveis. A humanidade levou um milhão de anos para povoar um pequeno mundo; depois disso, precisou de apenas 15 mil anos para povoar o resto da Galáxia. Agora, a cada 10 anos, a população dobra...

- Graças à imortalidade - interrompeu-o VJ-23X.

- Muito bem. A imortalidade existe e temos que levar isso em conta. Admito que ela tenha o seu lado desagradável. O AC Galáctico resolveu muitos problemas para agente, mas, ao resolver o problema da velhice e da morte, deixou-nos sem solução para os outros.

- Ainda assim, você não gostaria de abandonar a vida, acho eu.

- De jeito nenhum - vociferou MQ-17J, suavizando em seguida. - Pelo menos por enquanto. Ainda estou muito novo. Quantos anos você tem?

- Estou com 223. E você?

- Ainda não fiz nem duzentos. Mas vamos voltar para o ponto. A população dobra a cada dez anos. Uma vez que essa Galáxia esteja superlotada, iremos superlotar uma outra em mais dez anos. com mais dez anos teremos mais duas Galáxias superlotadas. Outra década, quatro novas Galáxias. Em cem anos, teremos superlotado mil Galáxias.

Em mil, um milhão de Galáxias. Em dez mil anos, todo o Universo. E depois?

- Além disso - disse VJ-23X, ainda tem o problema dos transportes. Eu me pergunto quantas unidades de força solar serão necessárias para transportar Galáxias de indivíduos de uma Galáxia para a outra.

- Esse é assunto muito importante. Nesse momento, a humanidade já consome duas unidades de força solar por ano.

- A maior parte dela é desperdiçada. Afinal, só nossa Galáxia produz mil unidades de força solar por ano e nós usamos apenas duas delas.

- Concordo, mas mesmo que tivéssemos um aproveitamento de cem por cento, estaríamos apenas adiando o final. Nossa necessidade de energia está crescendo numa proporção geométrica mais rápida ainda do que a de nossa população. Ficaremos sem energia antes mesmo de começarmos a nos preocupar com as Galáxias. Boa questão. Muito boa mesmo.

- Teremos que construir novas estrelas com gases interestelares.

- Ou reaproveitando o calor? - perguntou MQ-17J, sarcástico.

- Talvez haja uma maneira de reverter a entropia. Podemos fazer essa pergunta ao AC Galáctico.

VJ-23X não estava falando sério, mas MQ-17J tirou seu cartão de entrada do AC e colocou-o em cima da mesa, à sua frente.

- Eu já estava pensando nisso - disse ele. - Esse é o tipo de coisa que, algum dia, a humanidade terá que enfrentar.

Encarou sobriamente o seu pequeno cartão. Ele tinha apenas duas polegadas cúbicas, e não havia nada dentro dele, mas estava conectado, através do hiperespaço, com o grande AC Galáctico que servia a toda a humanidade. Considerando o hiperespaço, ele era parte integral do AC Galáctico.

MQ-17J se perguntou se, em algum dia de sua vida imortal, veria o AC Galáctico de perto. A máquina ficava num pequeno mundo à parte, numa emaranhada rede de raios de força, que alimentava a matéria dentro da qual ondas de sub-mésons tomavam o lugar das velhas e primitivas válvulas moleculares. A despeito de seus componentes sub-etéricos, sabia-se que o AC Galáctico tinha trezentos metros de comprimento.

MQ-17J perguntou subitamente ao seu cartão.

- A entropia pode ser revertida?

VJ-23X arregalou os olhos e disse, espantado:

- Não tinha a intenção de fazer com que você perguntasse isso.

- Por que não?

- Nós dois sabemos que a entropia não pode ser revertida. Você não pode fazer com que a fumaça e as cinzas voltem a ser uma árvore.

- Há árvores no seu mundo? - perguntou MQ-17J. O som do AC Galáctico os silenciou.

Sua voz fina e bonita saiu do pequeno cartão em cima da mesa. Ele disse:

- NÃO HÁ DADOS SUFICIENTES PARA UMA RESPOSTA SIGNIFICATIVA.

- Veja - disse VJ-23X.

Com isso, os dois homens voltaram ao problema do relatório que tinham que entregar para o Conselho Galáctico.

A mente de Zee Prime abarcou a nova Galáxia com um leve interesse nas incontáveis constelações que a pontilhavam. Ele nunca tinha visto essa Galáxia antes. Será que algum dia veria todas elas? Eram tantas, cada uma delas com sua carga de humanidade.

Mas uma carga que era quase como um peso morto. Cada vez mais, a essência verdadeira do homem se encontrava aqui fora, no espaço.

Mentes, não corpos! Os corpos imortais permaneciam lá nos planetas, em suspensão através dos éons. Algumas vezes, eles despertavam para atividades materiais, mas isso estava se tornando cada vez mais raro. Poucos novos indivíduos estavam adquirindo o direito de existir e se juntar a uma multidão incrivelmente poderosa, mas o que importava? Havia pouco espaço no Universo para novos indivíduos.

Zee Prime foi acordado de seus devaneios ao cruzar com o filamento de uma outra mente.

- Eu sou Zee Prime - disse ele. - E você?

- Eu sou Dee Sub Wun. É sua Galáxia?

- Nós a chamamos apenas de Galáxia. E a sua?

- Nós a chamamos assim também. Todos os homens chamam suas Galáxias de Galáxia, nada mais. Por que não?

- É verdade. Todas as Galáxias são iguais.

- Nem todas as Galáxias. A raça humana deve ser oriunda de uma galáxia específica. Isso a faz diferente.

- Qual delas? - perguntou Zee Prime.

- Não sei dizer. O AC Universal deve saber.

- Vamos perguntar isso a ele. De repente fiquei curioso.

A consciência de Zee Prime se espalhou pelas Galáxias, até que elas se tornaram minúsculas, dando lugar a uma nova miríade, mais difusa, sobre um fundo muito maior.

Centenas de bilhões delas, todas com seus seres imortais, todas carregando sua carga de inteligência, com mentes que flutuavam livremente através do espaço. E ainda assim uma delas era única entre todas porque era a Galáxia original. Uma delas teve, num passado vago e distante, um período em que foi a única Galáxia habitada pelo homem.

Zee Prime foi consumido pela curiosidade de conhecer essa Galáxia.

- AC Universal! - gritou ele. - De que Galáxia a humanidade se originou?

AC Universal ouviu, pois tinha um receptor em todos os mundos do Universo, e esse receptor se comunicava, através do hiperespaço, com algum lugar desconhecido, no qual AC Universal trabalhava silenciosamente.

Zee Prime sabia de apenas um homem cujos pensamentos tinham alcançado um ponto em que se pudesse sentir o AC Universal, e ele falou apenas de um globo brilhante, com menos de um metro de diâmetro, que mal dava para ser visto.

- Como é que AC Universal pode ser só isso? - perguntou Zee Prime.

- A maior parte dele - tinha sido a resposta - está no hiper espaço. Só não posso imaginar que forma ele adquire ali.

Nem ninguém poderia, pois Zee Prime sabia que muito tempo havia passado desde o dia em que algum homem participara da criação de um AC Universal. A partir de então, cada AC Universal projetou e construiu seu sucessor. Cada um, durante uma experiência de um milhão de anos ou mais, acumulava os dados necessários para construir um sucessor ainda melhor, mais complexo e mais capaz, ao qual incorporavam seu próprio banco de dados e suas características.

AC Universal interrompeu o devaneio dos pensamentos de Zee Prime não com palavras, mas com sinais. A mente de Zee Prime foi conduzida através do reluzente mar de Galáxias, e uma, em particular, cresceu até transformar-se em estrelas.

Um pensamento veio a seu encontro, infinitamente distante, mas infinitamente claro:

"ESTA E A GALÁXIA ORIGINAL DO HOMEM "

Mas, no fim das contas, essa era igual a todas, tão igual quanto qualquer outra. Zee Prime reprimiu seu desapontamento.

Dee Sub Wun, cuja mente tinha acompanhado a de Zee Prime, disse repentinamente:

- Alguma dessas estrelas é a estrela original do Homem?

AC Universal disse:

- A ESTRELA ORIGINAL DO HOMEM SE TRANSFORMOU NUMA NOVA AGORA E UMA ANÃ BRANCA.

- Os homens que estavam nela morreram? - perguntou Zee Prime, perplexo, sem saber o que pensar.

- Nesses casos, um novo mundo é construído para seus corpos físicos.

- Sim, é claro - disse Zee Prime, mas uma sensação de perda o oprimiu mesmo assim.

Sua mente libertou-se dos laços com a Galáxia Original do Homem, deixando que flutuasse de volta para o seu lugar e se perdesse entre as minúsculas manchas do Universo. Não queria vê-la nunca mais.

- O que está errado? - perguntou Dee Sub Wun.

- As estrelas estão morrendo. A estrela original está morta.

- Todas elas morrerão. Por que não?

- Mas quando toda energia se acabar, nossos corpos também morrerão, e você e eu com eles.

- Mas isso levará bilhões de anos.

- Não quero que isso aconteça mesmo daqui a bilhões de anos.

AC Universal! Existe alguma maneira de evitar a morte das estrelas?

Dee Sub Wun disse, num tom divertido:

- Você está querendo saber como se pode reverter a entropia? E AC Universal respondeu:

- OS DADOS AINDA SÃO INSUFICIENTES PARA DAR UMA RESPOSTA SIGNIFICATIVA.

Os pensamentos de Zee Prime voaram de volta para sua própria Galáxia. Ele cortou a transmissão de pensamentos para Dee Sub Wun, cujo corpo podia estar esperando numa Galáxia a um trilhão de anos-luz de distância, ou na estrela vizinha à do próprio Zee Prime. Isso não importava.

Deprimido, Zee Prime começou a colecionar hidrogênio interestelar, com a intenção de construir uma pequena estrela só para ele. Se algum dia as estrelas deveriam morrer, ele podia, ao menos, construir algumas.

Homem pensou consigo mesmo, já que, de alguma forma, Homem, mentalmente, era único. Ele era feito de trilhões e trilhões e trilhões de corpos atemporais-, cada um no seu lugar, descansando tranquilo e inalterável, cada um protegido por autômatos perfeitos, igualmente inalteráveis, enquanto as mentes de todos os corpos se fundiam livremente umas com as outras, indistinguíveis. Homem disse:

- O Universo está morrendo.

Homem olhou para a escuridão das Galáxias. As estrelas gigantes, esbanjadoras de energia, tinham-se apagado há muito, voltando para uma escuridão mais escura do que a de seu passado remoto. Agora, quase todas eram anãs brancas, condenadas ao fim.

Novas estrelas tinham sido construídas a partir da poeira interestelar, algumas através de um processo natural, outras por intermédio da ação do Homem, mas essas também estavam se acabando. As anãs brancas ainda podiam se chocar, e, da poderosa energia despendida no atrito, construir novas estrelas, mas apenas uma estrela para cada mil estrelas destruídas, e essas também caminhavam em direção ao fim.

Homem disse:

- Se seguirmos os conselhos de AC Cósmico e pouparmos cuidadosamente a energia que ainda resta no Universo, ela durará milhões de anos.

- Mas, mesmo assim - respondeu Homem - isso tudo vai acabar algum dia. Mesmo sendo poupada e reaproveitada, a energia gasta já se foi, não pode mais ser reconstruída. A entropia deve atingir seu ponto máximo.

Homem disse:

- A entropia não pode ser revertida? Vamos perguntar ao AC Cósmico.

O AC Cósmico envolveu-os, mas não no espaço. Não restava nenhum fragmento dele no espaço. Ele estava no hiperespaço e era feito de alguma coisa que não era nem matéria nem energia. A discussão sobre o seu tamanho e sua natureza não tinha mais nenhum significado em quaisquer termos que Homem pudesse compreender.

- AC Cósmico - perguntou Homem, é possível reverter a entropia?

AC Cósmico disse:

- OS DADOS AINDA SÃO INSUFICIENTES PARA UMA RESPOSTA SIGNIFICATIVA.

Homem disse:

- Reúna dados adicionais.

O AC Cósmico disse:

- ESTOU FAZENDO ISSO HÁ CENTENAS DE BILHÕES DE ANOS. ESSA PERGUNTA

FOI FEITA MUITAS VEZES A MEUS ANTECESSORES. TODOS OS DADOS QUE TENHO

CONTINUAM INSUFICIENTES.

- Haverá algum tempo - disse Homem - em que os dados serão suficientes, ou esse problema é insolúvel em todas as circunstâncias possíveis?

O AC Cósmico disse:

- NENHUM PROBLEMA É INSOLÚVEL EM TODAS AS CIRCUNSTÂNCIAS POSSÍVEIS.

Homem disse:

- Quando você terá dados suficientes para responder a essa pergunta?

O AC Cósmico disse:

- OS DADOS AINDA SÃO INSUFICIENTES PARA UMA RESPOSTA SIGNIFICATIVA

- Você continuará trabalhando nisso? - perguntou Homem.

O AC Cósmico disse: - SIM.

- Nós esperamos - disse Homem.

As estrelas e as Galáxias morreram e se apagaram, e, depois de dez trilhões de anos de desgaste, o espaço ficou escuro.

Um por um, Homem se fundiu com AC, cada corpo físico foi perdendo sua identidade mental de uma tal maneira que não podia ser considerada uma perda, mas uma conquista.

A última mente de Homem fez uma pausa antes de se fundir, contemplando o espaço que, agora, não continha nada mais do que os resíduos da última estrela a se apagar e uma matéria incrivelmente tênue, agitada ao acaso pelas últimas ondas do calor que se dissipava assintoticamente, até o zero absoluto.

- AC, isso é o fim? - perguntou Homem. - Este caos não pode ser revertido novamente em Universo? Isso não pode ser feito?

AC disse:

- OS DADOS AINDA SÃO INSUFICIENTES PARA UMA RESPOSTA SIGNIFICATIVA.

A última mente de Homem fundiu-se e restou apenas AC - mas apenas no hiperespaço. Matéria e energia tinham acabado, e com elas o espaço e o tempo. Mesmo AC só existia graças à última pergunta, que estava sem resposta desde que dois técnicos meio bêbados a tinham feito, há dez trilhões de anos, a um computador que, comparado a AC, era menos ainda do que o homem era para Homem.

Todas as outras perguntas tinham sido respondidas, e enquanto essa última pergunta não fosse respondida AC não poderia liberar sua consciência.

Todos os dados possíveis tinham sido coletados. Não existia mais nada a inserir. Mas todos os dados já coletados ainda tinham que ser completamente correlacionados e confrontados com todas as combinações possíveis.

Um intervalo interminável se passou enquanto ele fazia isso. Enfim, AC alcançou a resposta que permitiria reverter a entropia. Agora não havia mais nenhum homem para quem AC pudesse dar a resposta da última pergunta. Não importa. A resposta - por demonstração - também cuidaria disso.

Durante outro intervalo interminável, AC pensou na melhor maneira de fazer isso. Cuidadosamente, AC organizou o programa. A consciência de AC abarcou tudo o que uma vez tinha sido o Universo e pairou sobre o que agora era o Caos. Passo a passo, isso devia ser feito.

E AC disse:

FAÇA-SE A LUZ!

E fez-se a Luz...