Universidade de São Paulo
Faculdade de Educação
Instituto de Física
Instituto de Química
Instituto de Biociências

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.

Emerson Ferreira Gomes

São Paulo
2011

Universidade de São Paulo
Faculdade de Educação
Instituto de Física
Instituto de Química
Instituto de Biociências

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.

Emerson Ferreira Gomes

Dissertação de mestrado apresentada ao
Instituto de Física, ao Instituto de Química,
ao Instituto de Biociências e à Faculdade de
Educação da Universidade de São Paulo,
para a obtenção do título de Mestre em
Ensino de Ciências.

Orientador:

Prof. Dr. Luís Paulo de Carvalho Piassi

São Paulo
2011

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

**Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo**

Gomes, Emerson Ferreira

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. - São Paulo, 2011.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo.
Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de
Química e Instituto de Biociências

Orientador: Prof. Dr. Luís Paulo de Carvalho Piassi

Área de Concentração: Ensino de Física

Unitermos: 1. Física – Estudo e Ensino; 2. Teoria da
Relatividade; 3. Romance; 4. Semiótica 5. Análise do Discurso

USP/IF/SBI-026/2011

Dedico este trabalho à minha avó Benedita, uma lutadora, sempre!

AGRADECIMENTOS:

Agradeço inicialmente aos meus pais, Erasto e Cacilda, que sempre me apoiaram e deram toda forma imaginável de suporte para a minha formação.

À Patricia pelo companheirismo, dedicação, leitura crítica e, principalmente, inspiração em meu trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luís Paulo de Carvalho Piassi, por demonstrar que o ensino de ciências, a linguística e os Estudos Culturais dialogam e proporcionam reflexões que se complementam, pelas suas contribuições críticas, suas reflexões, sugestões e, finalmente por ter aberto as portas para a realização deste trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação Interunidades representado pela Comissão de Pós, os professores e funcionários.

À Profa. Dra. Ana Maria Haddad Baptista por me ensinar sobre novos caminhos na convergência entre a Ciência e o Romance e me possibilitar novas visões sobre a Literatura, a História e a Filosofia da Ciência.

À Profa. Dra. Lúcia Helena Sasserone Roberto por direcionar novos caminhos neste trabalho e consolidá-lo como uma pesquisa teórica.

Ao Prof. Dr. João Zanetic por todo o empenho no diálogo inteligente entre Arte, Filosofia e Ciência e, principalmente, por inspirar uma geração de trabalhos que buscam um novo sabor ao ensino de Física.

Ao meu irmão, Eduardo, por suas contribuições estéticas e críticas.

Aos meus amigos: Amanda, André, Alexandre, Alessandra, Fábio, Felipe e Letícia pelos diálogos e companheirismo.

Ao pessoal do NERD: Emerson, Fabiana, Francisco, João Eduardo, Rhamyra, Rosana, Rui, Sônia, Cristina, e tantos outros que proporcionaram excelentes debates e reflexões.

Aos colegas de trabalho e alunos que fizeram parte da minha vida no Colégio Terra Mater, Escola Estadual “Dr. Gaspar Ricardo Jr.” e Universidade de Sorocaba.

Aos membros da Academia de Letras de Iperó.

À Deus.

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*. São Paulo: Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2011. 152 p. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências.

RESUMO:

Dentro da área Ensino de Ciências identificamos diversos trabalhos que defendem a utilização de obras literárias no contexto de ensino-aprendizagem. Nesta pesquisa pretendemos contribuir com o diálogo entre a literatura e o ensino de ciências, utilizando referenciais da linguística e da linguagem na análise de três romances de ficção, escritos por físicos: “Sonhos de Einstein” de Alan Lightman (1992); “Tau Zero” de Poul Anderson (1970) e “O Tempo e o Espaço do Tio Albert” (1989) de Russel Stannard. O elemento motivador de nosso trabalho surge a partir das possibilidades da inserção da Física Moderna no ensino de física, assim como a possibilidade da interface entre Física e Literatura em sala de aula. Entretanto, como veremos adiante, o diálogo entre a física do início do século XX e as obras literárias é presente na obra de diversos autores, portanto havia a necessidade de um recorte temático que possibilitasse um recurso educacional para o ensino de física moderna. Dessa forma, a Teoria da Relatividade configura-se como uma teoria da física moderna que permite essa pesquisa por conta: do entendimento da TER como um fenômeno cultural; do diálogo histórico entre a Teoria da Relatividade e a Literatura; da necessidade de novos recursos para o ensino de TER e da exploração da TER para além dos conceitos. Os romances mencionados são caracterizados por tratar dos fenômenos inerentes à TER tanto em nível conceitual, quanto epistemológico. Portanto sua utilização no ensino de Física possibilita a discussão das esferas conceituais, sócio-histórica e filosófico-epistemológica em sala de aula. Para a análise da instância da produção e do discurso externo às obras, utilizaremos a análise de discurso derivada dos trabalhos de Mikhail Bakhtin, quanto à estrutura interna do texto, utilizamos a semiótica estruturalista de A.J. Greimas. A utilização da semiótica e da análise do discurso para analisar um romance a ser levado em sala de aula, possibilita identificar elementos textuais que auxiliem na construção dos conceitos junto aos estudantes. As diferentes percepções dos personagens se relacionam com as próprias ansiedades que a sociedade verifica na ciência, que dependendo da forma como é divulgada possui conotações eufóricas ou disfóricas. Além disso, a instância da produção do texto, que identifica o seu público-alvo e o discurso ideológico, possibilita a reflexão por questões sócio-históricas inerentes à ciência e ao papel do cientista. Quanto ao ensino de TER, tal análise, propicia uma reflexão sobre a abordagem dos conceitos e fenômenos relativísticos, norteados as novas visões sobre espaço e tempo que a teoria propõe.

Palavras-chave: Física – Estudo e Ensino; Teoria da Relatividade; Romance; Semiótica; Análise do Discurso

GOMES, E.F. *The novel and the Theory of Relativity: The interface between the Literature and the Physics Teaching through the discourse and the structure of the fiction*. São Paulo: Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2011. 152 p. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências.

ABSTRACT:

It is possible to identify in Sciences Education several studies that advocate the use of literary works in the context of teaching and learning. In this research, we intend to contribute to the dialogue between literature and science teaching, using references from linguistics and language in the analysis of three fictional novels, written by physicists: "Einstein's Dreams" by Alan Lightman (1992); "Tau Zero" Poul Anderson (1970) and "Time and Space of Uncle Albert" (1989) by Russell Stannard. Our work motivation comes from the possibility of integration of modern physics in physics education, as well as the possibility of the interface between physics and literature in the classroom. However, as we shall see, the dialogue between the physics of the early twentieth century literary works and literature is present in the work of many authors, so there was need for a thematic focus that would enable an educational resource for teaching modern physics. Thus the special theory of relativity is configured as a theory of modern physics that enables this research because of: the understanding of the STR as a cultural phenomenon, the historical dialogue between the Theory of Relativity and Literature, the need for new resources for teaching STR and explored this theory beyond the concepts. The novels mentioned are characterized by treating the phenomena inherent in STR at both the conceptual and epistemological. Therefore its use in the teaching of physics allows the discussion of conceptual spheres, socio-historical and philosophical-epistemological classroom. For the analysis of the fictional text, we use benchmarks for Discursive Studies. For instance the analysis of speech production and external to the works, we use discourse analysis derived from the works of Mikhail Bakhtin, the internal structure of the text, use structuralist semiotics of AJ Greimas. The use of semiotics and discourse analysis to analyze a novel to be brought into the classroom enabling to identify textual elements, what helps in constructing the concepts together with students. As different perceptions of the characters relate to their own anxieties that society finds in science, depending on how it is disclosed has connotations euphoric or dysphoric. Furthermore, the instance of text production, identifying your target audience, as well as the ideological discourse, allows the reflection of socio-historical issues related to science and the scientific role. As for teaching STR, this analysis provides a reflection on the approach to relativistic concepts and relativistic phenomena, guiding the new views on space and time that the theory proposes.

Keywords: Physics Teaching; Theory of Relativity; Novel; Semiotics; Discourse Analysis

O papel da literatura é transmutar o obscuro da vida.

Georges Snyders

Sumário

1 – Introdução.....	12
1.1 – Por que a Teoria Especial da Relatividade?	15
1.2 – Quais obras utilizar e qual a metodologia de análise?	23
2 – A teoria da relatividade, seu valor cultural e seu diálogo com a literatura.....	30
2.1 – Einstein e a Teoria da Relatividade na Indústria Cultural	31
2.1.1 A imprensa escrita, a bomba atômica e a imagem de Einstein	32
2.1.2 A propaganda e Einstein como símbolo de genialidade.....	35
2.1.3 A representação de Einstein e da relatividade no cinema.....	36
2.1.4 A Teoria da Relatividade como referência na divulgação científica .	40
2.2 – A consolidação da Teoria da Relatividade e seu impacto na ciência, na filosofia e nas artes: um resgate histórico, conceitual e cultural.	41
2.2.1 – Aspectos espaciais e temporais na filosofia, na física e na arte pré-relatividade.....	42
2.2.2 – Aspectos espaciais e temporais na filosofia, na física e na arte pós-relatividade.....	51
2.3 – A Ciência e a Literatura como formas de pensar a natureza do espaço e do tempo.....	65
3 - Por que construir um espaço de leitura do romance nas aulas de Física?	68
3.1 – A literatura como um direito	68
3.2 – A leitura em sala de aula	70
3.3 – A leitura e o romance no ensino de ciências	72

4.1 – A análise de gênero de discurso de Mikhail Bakhtin.....	78
4.2 – A semiótica de Algirdas Julien Greimas.....	80
5 – O tempo e o espaço do Tio Albert: a estrutura e o discurso ideológico na ficção de divulgação científica.	84
5.1 – A obra e seu contexto dentro da ficção de divulgação científica	85
5.2 – A ideologia presente em “O tempo e o espaço do tio Albert”	88
5.3 – Um discurso sobre a escola.....	96
5.4 – Aspectos semióticos do romance de ficção de divulgação científica. ...	98
6 - Sonhos de Einstein: o romance e os diferentes valores sobre tempo, espaço e simultaneidade.....	104
6.1 – O discurso sobre o cientista e sua estrutura no romance.	105
6.2 – O tempo relativo em “Sonhos de Einstein”: aspectos semióticos.	108
6.3 – Tempo absoluto no sonho de Einstein?	113
6.4 – Instância de produção e discurso na obra.	115
7 - Tau Zero: a contrafactualidade e a extrapolação dos conceitos relativísticos	118
7.1 – Instância de produção e análise discursiva do texto.....	121
7.2 – Aspectos semióticos da obra	123
8 - Considerações Finais	127
Referências Bibliográficas	131
Apêndice 1 (Obras citadas no corpus da dissertação):.....	145
Apêndice 2 (Imagens citadas no corpus da dissertação):.....	149

1 – Introdução

“No universo infinito da literatura sempre se abrem outros caminhos a explorar, novíssimos ou bem antigos, estilos e formas que podem mudar nossa imagem de mundo... Mas se a literatura não basta para me assegurar que não estou apenas perseguindo sonhos, então busco na ciência alimento para as minhas visões das quais todo pesadume tenha sido excluído...”

Italo Calvino In: *Seis propostas para o novo milênio*, 2006, p. 20.

Começar esta dissertação por essa citação de Ítalo Calvino talvez soe contraditório, pois a presente pesquisa recorre à literatura para alimentar as diferentes visões de espaço e tempo que a Teoria Especial da Relatividade propõe. A relação apontada por Calvino dialoga com o percurso de minha própria formação, visto que a inquietação sobre a interface entre Ciência e Arte sempre me foi presente.

Por conta desses meus anseios, tomarei a liberdade de, no início deste trabalho, apresentar os alicerces que estruturam a minha investigação sobre o diálogo entre essas duas áreas do conhecimento.

Em meu ensino fundamental e médio, a presença das ciências humanas e das ciências exatas foram complementares: ao mesmo tempo em que era levado por meus professores a refletir o comportamento da natureza e dos números, buscava compreender de que forma a leitura e a produção de texto proporcionavam outra forma de reflexão. De certa forma, observando hoje à distância, tentava encontrar a poesia tanto nas ciências da natureza, nas ciências humanas e na matemática. Dessa forma, o meu interesse por física e matemática caminhava paralelamente à minha paixão pela história, pelas letras e pelas artes.

Fora da escola, percebia a presença dos mesmos interesses em muitas de minhas experiências de prazer estético. Ao mesmo tempo em que imergia nos contos fantásticos de Edgar Allan Poe, na rispidez de J.D. Salinger e na ficção científica de H.G. Wells, procurava uma outra ciência nas divulgações científicas de Stephen Hawking e Carl Sagan, diferente daquela que aprendia na escola.

Noto ainda que meu repertório pessoal, no que concerne à Ciência-Arte, abrangia outras linguagens artísticas, como o Cinema, por meio da Ficção Científica, e a Música, representada pelo Rock Progressivo. A ficção científica me encantava pela emulação e extrapolação dos limites da ciência, observadas nas aventuras de *Star Wars*, *Star Trek* e *2001: uma odisséia no espaço*. Já o rock proporcionava uma complexidade sonora e rítmica aos conceitos científicos, que podia ser encontrada nas letras e músicas de conjuntos como o canadense *Rush* e o inglês *Van der Graaf Generator*.

Uma das minhas perguntas durante a graduação, mesmo que de forma ingênua, era a de se havia a possibilidade de demonstrar a ciência numa linguagem que promovesse seu caráter conceitual, reflexivo e poético. Nessa época, ainda não havia sido apresentado à reflexão de C.P. Snow sobre as duas culturas em 1959¹, nem à basilar tese defendida em 1990 na Faculdade de Educação, da Universidade de São Paulo, pelo Prof. João Zanetic em que afirma que a “Física também é cultura”².

Apesar de, à época, desconhecer o trabalho desses autores, sempre acreditei que seria possível encontrar na ciência, elementos das artes ou vice-versa e a leitura desses autores substancializaram os meus anseios quanto ao

¹ Charles Percy Snow proferiu em 1959 uma palestra intitulada “As duas culturas” em que questionava o distanciamento entre as ciências humanas e as ciências naturais.

² João Zanetic defendeu na Faculdade de Educação da USP em 1990 a tese de doutorado intitulada “Física também é cultura” que ressalta o caráter cultural expresso nessa ciência além de propor um diálogo da Física com a História da Ciência, a Filosofia e as Artes.

possível diálogo entre a física e a arte em sala de aula. Remetendo novamente a Zanetic:

...sempre aprendi muito por meio da leitura das grandes obras de cientistas, romancistas, poetas, filósofos e historiadores, mesmo quando distantes de suas especialidades mais específicas, não como se fossem “donos da verdade”, mas como indivíduos de extrema sensibilidade que produziram reflexões que podem nos auxiliar no diálogo inteligente com o espaço–tempo em que vivemos (ZANETIC, 2006a, p. 56).

A proposta em investigar o trabalho com as distintas culturas surgiu, inicialmente, no Programa de Pós-Graduação em História da Ciência da PUC/SP. Na ocasião, realizava a pesquisa sob a orientação da Profa. Dra. Ana Maria Haddad Baptista. Dentro do eixo epistemológico delimitado pela historiografia da ciência, iniciamos o estudo sobre possível diálogo entre a literatura e a física no início do século XX, mais especificamente entre a obra “Em busca do tempo perdido” do escritor francês *Marcel Proust* e a Teoria Especial da Relatividade (TER). Esse trabalho infelizmente teve de ser abandonado por conta de minha impossibilidade de permanecer nesse programa.

O levantamento bibliográfico sobre a interface entre arte e ciência, a leitura das fontes primárias sobre a TER e minha posição ideológica em utilizar, dentro do possível, as aulas de física como um espaço de leitura, contribuíram para idealizar um projeto vinculado à área de Ensino de Ciências que investigasse um possível diálogo entre a Física e a Literatura sob o recorte conceitual da TER.

A partir desse construto inicial, entrei em contato com o Prof. Dr. Luís Paulo Piassi, que já tem um trabalho consolidado sobre a utilização da Literatura no Ensino de Ciências, começando assim nosso trabalho de pesquisa no Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo.

1.1 – Por que a Teoria Especial da Relatividade?

O elemento motivador de nosso trabalho surge a partir das possibilidades da inserção da física moderna no ensino de física, assim como a possibilidade da interface entre Física e Literatura em sala de aula. Entretanto, como veremos adiante, o diálogo entre a física do início do século XX e as obras literárias é presente na obra de diversos autores, portanto havia a necessidade de um recorte temático que possibilitasse um recurso educacional para o ensino de física moderna. Dessa forma a Teoria da Relatividade se configura como uma teoria da física moderna que permite essa pesquisa por conta:

- Do diálogo histórico entre a Teoria da Relatividade e a Literatura:

Diversos trabalhos (FRIEDMAN, 1973; VARGISH e MOOK, 1999; LIGHTMAN, 2000; ZANETIC, 2006a) refletem sobre o diálogo entre a TER e a Literatura no início do século XX, não apenas pela possível influência da teoria científica nas obras literárias, mas principalmente, por serem formas contemporâneas de refletir sobre a natureza.

O físico e romancista Alan Lightman (2000, p. 173) afirma que a Teoria da Relatividade se “infiltrou em nossa cultura e nos afetou para o além da ciência” e que “a influência na literatura é um exemplo disso”.

Já Friedman (1973, p. 306), cita duas obras em que as concepções relativísticas de tempo aparecem: “O Quarteto de Alexandria”, de Lawrence Durrell (1912-1990), publicado em 1957, que utiliza a relatividade de forma “estilística e metafórica”; já em “Ada”, de Vladimir Nabokov (1899-1977), publicado em 1969, a teoria está presente no diálogo das personagens, que discutem os paradoxos temporais decorrentes da TER. Friedman complementa ainda que numa situação de ensino-aprendizagem, esses exemplos citados “convenceram até o mais cético dos estudantes, sendo que muitos deles retornaram com outros exemplos de uso da física na literatura”.

Podemos perceber que as análises de Friedman e Lightman, priorizam as obras literárias em que a presença da TER é evidente, ratificando a

influência da teoria e seu uso explícito na literatura. Essas visões são questionadas por alguns estudiosos da interface arte-ciência, como Stephen Wilson:

Houve uma época em que os estudiosos pensavam que os artistas pudessem ter sido influenciados diretamente pelo conhecimento da pesquisa científica; atualmente, a maioria dos analistas acredita que isso seja improvável. A visão agora preferida enfatiza a influência de um *ethos* comum da época (WILSON, 2009, p. 495).

De certa forma a visão que Wilson nos expõe dialoga com a visão de Thomas Vargish e Delo E. Mook. Para esses pesquisadores – o primeiro professor de literatura e o segundo físico e astrônomo – são identificáveis algumas “características comuns” entre a TER e as narrativas do início do século XX. Tais similaridades ocorrem a partir da contextualização, observação e abstração, indicando a “ruptura com os padrões absolutos” e promovendo novas “representações da realidade”. Dessa forma o “tempo geométrico” em “No caminho de Swann” de Marcel Proust, e o “tempo afetivo” em “Dublinenses” de James Joyce, transformam o leitor num observador de “múltiplas perspectivas” (VARGISH e MOOK, 1999, p. 92).

Sem dúvida o debate sobre a influência da TER sobre a literatura do início do século XX, é importante para refletir sobre a intersecção entre essas duas culturas, entretanto, acreditamos que independente da posição ideológica quanto a esse diálogo, concordamos com João Zanetic (2006a, p. 55) que entende a aproximação entre ciência e literatura como uma “forma útil de interpretar o mundo” e ao refletirmos sobre aspectos culturais da Física que Zanetic defende desde a publicação de sua tese, somos levados ao próximo ponto: o valor cultural representado pela TER.

- Do entendimento da TER como um fenômeno cultural: A exposição dos conceitos da TER e da imagem de Albert Einstein na mídia e na indústria

cultural (JEROME, 2004; FIOLEHAIS, 2005; ROBSON, 2005) estabelece um valor cultural à teoria científica e ao papel do cientista na sociedade.

A TER não é restrita apenas às comunidades e publicações científicas, seus conceitos e fenômenos aparecem para justificar paradoxos espaciais e temporais em livros e filmes de ficção, assim como a imagem de seu principal interlocutor é utilizada para idealizar e personificar cientistas.

Para o escritor de ficção científica Arthur C. Clarke “é difícil imaginar o mundo como conhecemos hoje sem a influência de Einstein” e a marca do físico alemão não se restringe “apenas no âmbito das grandes ideias”, mas principalmente “na natureza do tempo, no destino do universo e na velocidade da luz” (CLARKE, 2005, p. 235).

As afirmações de Clarke se confirmam, já que na edição de 31 de dezembro de 1999 da revista Time Einstein é eleito “Personalidade do Século”. Para o biógrafo Andrew Robson, parte da fama de Albert Einstein, ocorreu após a apresentação dos resultados que confirmavam a deflexão da luz prevista pela Teoria Geral da Relatividade, em novembro de 1919. As manchetes da época como “revolução na ciência” e “espaço deformado” possibilitaram grande destaque ao físico, sendo que “a velocidade como sua fama se espalhou pelo mundo, por entre camadas intelectuais até chegar ao homem comum” criou um fenômeno “que nunca foi completamente explicado” (ROBSON, 2005, p. 132).

O físico português e divulgador da ciência Carlos Fiolhais relata que a famosa foto de Albert Einstein mostrando a língua, estampada em “posters e T-shirts” foi tirada por um fotógrafo na festa de comemoração dos 72 anos do físico alemão. Ao solicitar um sorriso, “o professor, em vez de sorrir, lançou-se divertidamente a língua de fora” (FIOLEHAIS, 2005, p.12). Fiolhais destaca ainda que, além da publicidade, “o teatro e o cinema têm ajudado a propagar a imagem de Einstein com a língua de fora” (FIOLEHAIS, 2005, p. 12).

A imagem de Einstein, conforme afirma o divulgador da ciência Fred Jerome, o transformou num “ícone cultural” e sua mitologia ajudou ao “público

em geral adquirir certa simpatia a outros cientistas, assim como à própria ciência” (JEROME, 2004, p. 631).

Quanto aos fenômenos e conceitos inerentes à TER, podemos observar a presença da teoria ratificando diversos eventos relativísticos em filmes e seriados de televisão. Podemos citar neste caso, o seriado “Simpsons”, no qual o físico Paul Halpern identifica alguns episódios³ em que os fenômenos relativísticos estão presentes e salienta que Albert Einstein é o “herói-cientista” da personagem Lisa, que se fantasia do físico alemão, no episódio “A Árvore dos Horrores XVI”, que foi ao ar em 6 de novembro de 2005 (HALPERN, 2008, p. 80).

A TER aparece também nas histórias de quadrinhos de super-heróis, sobre isto, o físico James Kakalios lista diversos personagens – Flash, Capitão Marvel, entre outros – que atingem velocidades próximas à da luz e observam fenômenos relativísticos (KAKALIOS, 2005, p. 72).

Desta forma acreditamos que a presença da TER nos meios da cultura *pop* aguça certa curiosidade aos estudantes, afinal alguns aspectos teóricos decorrentes dos postulados esteinianos, estão muito próximos da fantasia e da ficção científica. Entretanto não observamos recursos didáticos que dão uma atenção especial à TER. O que nos leva ao próximo ponto.

- Da necessidade de novos recursos para o ensino de TER: Os materiais didáticos para a inclusão da TER no ensino médio são raros, alguns livros didáticos possuem erros conceituais (PÉREZ e SOLBES, 2003; OSTERMANN e RICCI, 2002) e outros recursos são de difícil acesso à nossa realidade escolar (IRESON, 1998).

Em um trabalho apresentado no II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, em 1999, Rodrigues e Pietrocola (1999, p. 7) afirmam que em um levantamento realizado em “vários livros de ensino médio”, apenas

³ Os episódios a que Halpern se referem são: “Time and Punishment” da 6ª temporada da série, exibido originalmente em 30 de outubro de 1994 e “Stop the World, I Want to Goof Off” da 15ª temporada, exibido originalmente em 2 de novembro de 2003.

dois, apresentavam o conteúdo de TER, e que mesmo assim, o conteúdo era apresentado em “caráter de curiosidade” e “leitura complementar”.

Para Ostermann e Ricci (2002, p. 185), os temas de Física Moderna e Contemporânea “não são abordados pura e simplesmente” na “grande maioria” dos livros didáticos, o que incluiria os temas de TER, sendo que nos casos em que este assunto é mencionado “ocorrem omissões ou imprecisões”. Os pesquisadores afirmam que, a abordagem dos fenômenos relativísticos não “promove a necessária ruptura com o senso comum” para a “correta aprendizagem dos conceitos envolvidos” (OSTERMANN e RICCI, 2002, p. 189).

Esse problema levantado pelos pesquisadores também ocorre em outros países. Por exemplo, Pérez e Solbez afirmam que os livros didáticos de nível secundário adotados na Espanha, “não apresentam adequadamente os conceitos de espaço e tempo” quando abordam a TER (PÉREZ e SOLBES, 2003, p. 144).

Em pesquisas mais recentes, apresentadas no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e no Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) percebemos que ainda se verifica problemas com alguns livros didáticos ao tratarem da relatividade.

Para Groch e Bezerra Jr. (2009, p. 7), além da superficialidade com que o tema é tratado nas obras didáticas, existe o “problema fundamental da transposição didática”, que dificulta o trabalho do professor em sala de aula. Já Monteiro e Nardi (2008, p. 8) citam o caso de um livro didático que adota uma “postura epistemológica” criticável ao abordar de forma simplificada os resultados e experimentos realizados decorrentes da TER. Outra pesquisa aponta ainda que os conceitos de física moderna e contemporânea ocupam um número pequeno de páginas, quando comparado com o que é destinado à física clássica, e salienta que “a maioria dos livros didáticos” aborda uma “visão geral” e muito simplificada sobre os fenômenos e conceitos relativísticos, (OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2011, p. 8).

Se compararmos o levantamento apresentado em 1999 que pontuava “apenas dois livros” com o mais recente que afirma que entre 20 livros didáticos, 17 tratavam da relatividade especial em seu conteúdo, observamos um crescimento quanto à inclusão desse tema em livros mais recentes, porém, os artigos apresentados apontam que os problemas quanto à abordagem da TER ainda persistem.

No entanto, a análise de recursos didáticos não deve se restringir apenas a livros didáticos. Dessa forma é necessário refletir quanto à possibilidade de atividades experimentais. Por se tratar de fenômenos em velocidades próximas à da luz, observação dos fenômenos relativísticos é possível através de simulações computacionais ou através resultados de experimentos de alto custo.

Sobre a constatação experimental da equivalência entre massa relativística e energia, Ireson (1998, p. 182), utilizando como referencial o construtivismo, sugere uma atividade experimental, em que revê o experimento do físico estadunidense William Bertozzi. Entretanto a experiência necessita de diversos equipamentos – gerador de *Van de Graaff*, osciloscópio, entre outros – que raramente são disponíveis no ambiente escolar, principalmente se pensarmos em escolas públicas.

Quanto aos recursos computacionais, existem alguns simuladores que exploram os temas inerentes à Física Moderna e Contemporânea. Podemos destacar neste caso os simuladores elaborados por pesquisadores em universidades diversas: no Canadá existe o projeto *Flash Animation for Physics*⁴, desenvolvido na Universidade de Toronto e nos Estados Unidos da América há o portal *Physics Flash Animations* da Faculdade da Cidade de Santa Bárbara⁵, e na Universidade do Colorado existe o projeto *Physics*

⁴ As simulações que tratam da Teoria da Relatividade nesse projeto, podem ser acessadas em: <<http://www.upscale.utoronto.ca/PVB/Harrison/Flash/#relativity>>

⁵ Os simuladores podem ser baixados na página do portal, a seguir: <<http://science.sbccc.edu/physics/flash/download.html>>

Education Technology (PhET)⁶. O PhET é um projeto coordenado pelo físico estadunidense e vencedor do Prêmio Nobel de Física em 2001, Carl Wieman. Para o físico, as simulações possibilitam aos estudantes a conexão dos fenômenos com as “experiências de mundo” e a “construção do conhecimento através de suas concepções prévias” (WIEMAN *et al.*, 2008).

Dentre os portais consultados o PhET é que possui maior número de simuladores, entretanto em comparação com os outros portais é que possui menos simuladores que tratam da TER.

Apesar da crescente abordagem da TER em recursos didáticos como livros didáticos e simuladores computacionais, tal abordagem da teoria aplica-se apenas à esfera conceitual da teoria. Entretanto, acreditamos que os valores culturais e sua dimensão histórica, social e filosófica devem ser levados em conta ao tratar esse tema. O que nos leva ao ponto seguinte.

- **Da exploração da TER para além dos conceitos:** Alguns trabalhos apontam a necessidade de inovação educacional no ensino da TER, indicando a possibilidade da realização do debate conceitual (KARAM, CRUZ e COIMBRA, 2007), a utilização do lúdico (CARUSO e FREITAS, 2009), da criação artística (KÖHNLEIN e PEDUZZI, 2005) ou da reflexão social, histórica ou filosófica (GUERRA, BRAGA e REIS, 2007; ABIKO, 2005; ARRIASSECQ e GRECA, 2006) no espaço de sala de aula.

Dentro das pesquisas sobre a presença da História e Filosofia da Ciência no ensino de TER, verificamos alguns estudos que mostram a importância dos aspectos históricos que nortearam a construção da teoria, assim como também a importância de outros cientistas, além de Einstein, para a consolidação da teoria, evidenciando dessa forma que a Ciência não é construída através de precursores e pais da ciência.

Sobre isto Abiko (2005, p.353) relata que é possível debater nas aulas de Física que não apenas Einstein contribuiu para a consolidação da TER, mas

⁶ O portal possui um endereço com os experimentos traduzidos em português: http://phet.colorado.edu/pt_BR/

que Hendrik Lorentz (1853-1928) e Henri Poincaré (1854-1912) também foram fundamentais na concepção dessa teoria.

Já Guerra, Braga e Reis (2007, p. 580) apresentam uma proposta pedagógica para discutir aspectos conceituais e sociais decorrente da história da Teoria Especial e Geral da Relatividade, refletindo sobre aspectos espaciais da teoria e dialogando com a forma em que o espaço é retratado nas artes plásticas.

Verificamos nos trabalhos de Arriassecq e Greca (2010, p. 22) a elaboração e a implementação de propostas didáticas sobre a TER a partir do substrato teórico fornecido pela História, Epistemologia e Didática das Ciências. Essa abordagem pretende “prevenir que os estudantes adotem uma visão distorcida do método científico e considerem os cientistas ‘super gênios’”. A abordagem ancorada na Filosofia da Ciência tem a intenção de produzir uma “reflexão crítica” junto aos estudantes sobre a “natureza da ciência e seus processos”, conforme afirmam Köhnlein e Peduzzi (2005, p. 38).

Sobre a utilização de recursos alternativos Karam, Cruz e Coimbra (2007, p. 109) propõem a utilização de materiais cotidianos como aparelhos celulares, bolas de basquete, skate, entre outros, para que o aluno possa evidenciar o movimento relativo dos corpos e propor assim um debate sobre alguns tópicos inerentes à Relatividade Especial. Já Caruso e Freitas (2009, p. 355) sugerem a utilização de histórias em quadrinhos, as denominadas “tirinhas”, para se desenvolver uma abordagem lúdica da TER, procurando “aproveitar a bagagem cultural dos estudantes”.

Quanto à presença do lúdico no ensino de Teoria de Relatividade, podemos refletir que a própria teoria aborda fenômenos que a um primeiro olhar podem parecer de natureza fantasiosa. Num nível epistemológico, essa descontinuidade entre realidade e ficção, é evidenciada ao primeiro olhar do estudante quando entra em contato com a TER, e por conta disso, acreditamos que a literatura permite a reflexão sobre a natureza do conhecimento científico.

Para Piassi (2007, p. 76), a sistematização dos saberes pode ser categorizada em três esferas: “conceitual-fenomenológica” que são os “objetos de estudos da própria ciência” e são sistematizados no conteúdo escolar; histórico-metodológica, que se relaciona com a “produção do conhecimento” envolvendo “desde a história da ciência até questões filosóficas e epistemológicas”; sociopolítica, que se relaciona com “as múltiplas influências entre a ciência e a sociedade, no âmbito cultural, político e social”, sendo que seu sentido pode ser da “ciência para a sociedade ou da sociedade para a ciência”.

Acreditamos que a TER permite a manifestação do conhecimento nessas três esferas em seu nível conceitual, que tangencia os aspectos imaginários na ciência; como paradoxos espaço-temporais, que consequentemente possibilitam uma abordagem epistemológico-filosófica sobre o papel da ciência e que se reflete nos aspectos socioculturais inerentes a essa teoria.

No caso da utilização da literatura para o ensino da TER, seu potencial de imersão na narrativa, possibilita integrar essas esferas – cada obra em diferentes níveis, como identificaremos posteriormente – permitindo dessa forma uma reflexão sobre a interface entre física e literatura e os valores culturais que a TER representa.

1.2 – Quais obras utilizar e qual a metodologia de análise?

Ao iniciarmos nosso trabalho de pesquisa, identificamos algumas complexidades quanto às possibilidades de aplicação: Quem deveria ser o mediador desse tipo de trabalho, o professor de Física ou um trabalho interdisciplinar entre o professor de Física, de Literatura e de Artes? Quais gêneros poderiam ser privilegiados para esse tipo de trabalho em sala de aula? O conto por sua intensidade, foco e possibilidade de leitura em um menor intervalo de tempo? O romance por sua profundidade e desenvolvimento da narrativa e dos personagens?

Em nossas inquietações, optamos pelo romance⁷. A escolha desse gênero se deve principalmente à possibilidade de imersão do leitor na história. Dentre algumas características do romance, verificamos que sua narrativa é caracterizada pela “pluralidade da ação” e pela “coexistência de várias células dramáticas, conflitos ou dramas” (MOISÉS, 2004, p. 400). Nesse caso, a estrutura da obra romanesca permite uma abordagem ampla por conta de sua complexa e abrangente narrativa.

No caso deste trabalho, essa amplitude proporcionada pelo romance, ao que Maria Del Carmen Bobes Naves (1993, p.144) denomina de “tendência enciclopédica” permite que o leitor encontre aspectos sociais, interacionais, psicológicos, políticos, científicos e tecnológicos em sua narrativa. E defendemos ainda que o romance, como gênero literário voltado para o indivíduo, proporciona estabelecer um sentido de subjetividade que permite o sujeito-leitor questionar o mundo e refletir sobre a natureza do conhecimento.

Quanto aos aspectos discursivos do romance, Naves (1993, p. 144), afirma que o discurso do romance é amplificado “mediante descrições, reflexões e diálogos entre os personagens”. Dessa forma, podemos nos remeter ao linguista russo Mikhail Bakhtin (1895-1975), que identifica múltiplas vozes no discurso da obra romanesca, ao que denomina de “polifonia” (BAKHTIN, 1997, p. 4).

Além do caráter polifônico do romance, Bakhtin afirma, em sua obra “Estética da Criação Verbal”, que o surgimento do discurso do romance está inserido num “convívio cultural complexo”, relativamente mais “desenvolvido e organizado” (2003, p. 263). É interessante ainda ressaltar as complexidades envolvidas quanto à classificação ortodoxa sobre os gêneros do romance:

⁷ Existem diversos estudos sobre a consolidação do romance como um gênero. Bakhtin (2002, p. 213), por exemplo, defende que as raízes do romance se originam entre os séculos II e IV de nossa era, na Grécia, através dos “romances gregos ou sofistas”. Já outros autores, como Georg Lukács (2000) e Ian Watt (1957), veem o romance como um gênero associado à ascensão da burguesia a partir do século XVIII. Independente do período em que ocorreu a gênese do romance, tomaremos este como gênero literário voltado para o indivíduo.

... o romance é um gênero de muitos planos, mas existem excelentes romances de um único plano; o romance é um gênero que implica um enredo surpreendente e dinâmico, mas existem romances que atingiram o limite da descrição pura; o romance é um gênero de problemas, mas o conjunto da produção romanesca apresenta um caráter de pura diversão e frivolidade, inacessível a qualquer outro gênero; o romance é uma história de amor, mas os maiores modelos do romance europeu são inteiramente desprovidos do elemento amoroso; o romance é um gênero prosaico, mas existem excelentes romances em verso (BAKHTIN, 1997, p. 402).

Essa reflexão bakhtiniana sobre as vertentes do romance nos permite verificar o quanto uma obra romanesca proporciona uma narrativa abrangente, com estrutura e discurso que contribuem para a formação de um espaço dialógico em sala de aula, também nas aulas de ciências.

Após a escolha do romance e suas possíveis aplicações do ensino de TER, havia a necessidade de identificar quais modalidades ficcionais que permitiriam abordar questões inerentes à Relatividade. Dessa forma chegamos a três modalidades: um romance de ficção, um romance de ficção científica e uma ficção de divulgação científica.

De forma simplificada, o romance de ficção não teria a intenção explícita de ensinar, entretanto proporcionaria uma subjetividade voltada para imersão do leitor e submetê-lo a diferentes níveis de temporalidade, proporcionando resultados interessantes nas aulas de TER, principalmente para a reflexão de questões filosóficas, epistemológicas e existenciais inerentes à ciência. Dentro da literatura universal, diversos autores como Dostoiévski, Proust e Jorge Luís Borges possibilitariam essa experiência estética.

Neste trabalho, por conta da necessidade de um caráter mais explícito da TER optamos pela obra “Sonhos de Einstein”, publicado originalmente em 1992, do físico e romancista Alan Lightman. Este romance utiliza diferentes temporalidades para refletir sobre aspectos inerentes ao espaço, o tempo, a simultaneidade, imaginação e o processo da criação científica. Além disso,

utiliza-se de diversos aspectos biográficos de Albert Einstein para construir uma narrativa que promove, conforme aponta Baptista (2006, p. 29), “intersecções entre o real e o ficcional”.

Para uma abordagem, de certa forma, mais explícita dos conceitos físicos nos atemos ao romance de ficção científica. Para L. David Allen (1976, p. 22), uma das formas de classificar esse gênero é o modo como o conhecimento científico é “projetado logicamente” na obra, se esse conhecimento estiver relacionado aos “próximos passos” da ciência, classifica as histórias como extrapolativas, e se houver alguma “dificuldade em projetar o desenvolvimento lógico” de uma determinada ciência, as ficções são denominadas especulativas. Já Umberto Eco (1989, p. 169) afirma que a ficção científica se constitui como “um gênero autônomo quando a especulação contrafactual de um mundo estruturalmente possível é conduzida extrapolando algumas linhas de tendência do mundo real” e que de certa forma a ficção científica demonstra o “artístico na descoberta científica” (ECO, 1989 p. 172). Para Piassi (2007, p. 102) o contrafactual pressupõe “um processo de derivação delimitada pela racionalidade lógico-casual”. No caso da ficção científica, o estranhamento gerado por conta da relação causa e efeito é pautado no conhecimento científico.

Em nosso intuito educacional, a ficção científica não apenas está direcionada à extrapolação ou emulação dos conceitos científicos, mas também promove uma experiência do contrafactual através do discurso científico e estabelece possibilidades de investigação das consequências dos conceitos e dos fenômenos da natureza. Dessa forma, não apenas o fato dos conceitos científicos estarem explícitos na narrativa é importante para sua leitura no espaço escolar, mas a forma como a ciência e a sociedade são descritas na narrativa.

Diversos romancistas de ficção científica se valem dos conceitos da TER para construírem suas narrativas, podemos citar as obras “Os Despossuídos” de Ursula K. Le Guin, publicada em 1974, “O Orador dos Mortos” de Orson

Scott Card, publicado em 1986 e “Nemesis” de Isaac Asimov, publicada em 1989, entre muitas outras.

Optamos pela obra “Tau Zero”, publicada em 1970 pelo escritor e físico de formação Poul Anderson. Esta obra está inserida no gênero de ficção científica denominada *hard science fiction*, que segundo L. David Allen (1976, p. 21), se caracteriza por pressupor “a existência de um universo ordenado, cujas leis são constantes e passíveis de descoberta”, indicando como os conceitos e fenômenos inerentes às “ciências exatas ou físicas” são emulados ou extrapolados na narrativa.

“Tau Zero” se configurou como uma obra ideal para explorar as consequências dos fenômenos relativísticos. A narrativa do romance conta a história de uma expedição de 50 tripulantes ao sistema da estrela Beta Virginis, distante por volta de 32 anos-luz da Terra, em uma nave espacial que se desloca através de um sistema de aceleração constante. Por conta de um problema em seu sistema de propulsão, a nave espacial atinge velocidades em que são identificáveis os fenômenos relativísticos como dilatação do tempo, contração do espaço e aumento da massa. Tais fenômenos são explicitados de formas distintas na narrativa: antes do acidente com a nave espacial e após o acidente com a nave espacial.

Ao buscar uma abordagem que permitisse uma relação mais direta com publicações paradidáticas, recorremos ao romance de ficção de divulgação científica. A ficção de divulgação científica se vale da linguagem e da narrativa da ficção para exprimir de forma didática os conceitos científicos. Geralmente escritas por cientistas e divulgadores da ciência, tais obras utilizam a linguagem do fantástico e da fantasia, para criarem alegorias científicas em que os conceitos inerentes à ciência estão no universo do maravilhoso. Entendemos maravilhoso, do ponto de vista de Todorov, como a presença do fantasioso e do estranho na sua narrativa (2004, p.60). Algo que a TER, como pretendemos defender posteriormente, possui atrelado culturalmente em seus conceitos e fenômenos.

A obra desse gênero que trata da TER é “O Tempo e o Espaço do Tio Albert”, de Russell Stannard. Publicada originalmente em 1989, este romance, destinado especialmente ao público infanto-juvenil, utiliza-se do caráter imaginário da ciência para apresentar os conceitos relativísticos de espaço, tempo, massa e simultaneidade. Essa obra é caracterizada por possuir uma narrativa didática e por possibilitar algumas reflexões acerca dos fenômenos relativísticos, do método científico e da forma como a ciência é retratada na escola. Seu autor possui diversas publicações⁸ quanto à presença da leitura de ficção no ensino de Física.

Uma consideração final que pode ser evidenciada nessas obras é que os três autores são físicos de formação e, excetuando-se Poul Anderson, que foi um dos grandes escritores de ficção científica nos Estados Unidos da América, acumulam a função de pesquisadores em suas respectivas universidades.

As três obras estão publicadas em contextos distintos e suas narrativas possuem características próprias que, de acordo com Bakhtin, caracteriza-as como distintos gêneros do romance, proporcionando ao leitor diferentes experiências de leitura.

Verificamos anteriormente que se observa no romance a coexistência de diferentes “células” narrativas (MOISÉS, 2004, p. 400). Podemos complementar essa característica ao aspecto de multiplicidade do romance elucidado por Italo Calvino que o caracteriza como “método de conhecimento, e principalmente como rede de conexões entre os fatos, entre as pessoas, entre as coisas do mundo” (CALVINO, 2006, p. 120). Devido a essa pluralidade encontrada no romance, verificamos a necessidade de um referencial linguístico que analisasse a estrutura e o plano de conteúdo do romance.

Encontramos na semiótica estruturalista de Algirdas Julien Greimas (1917-1992) uma ferramenta de análise que aponta a “isotopia do discurso”

⁸ Vide por exemplo: STANNARD, R. Communicating physics through story. In: **Physics education**, vol. 36, n. 1, Bristol, p. 30-34, 2001.

(GREIMAS, 1976, p. 117), garantindo dessa forma homogeneidade ao discurso-enunciado, elidindo suas ambiguidades (GREIMAS e COURTÉS, 2008, p. 248). A semiótica greimasiana está voltada para a “estrutura interna do texto” (BARROS, 2008, p.7), ou seja, a análise permite identificar os valores textuais nos romances e identifica o percurso gerativo de sentido nas narrativas sem relacionar com fatores externos ao texto.

Por conta da análise semiótica não abranger os aspectos ideológicos e as condições de produção no texto, e interpretando que a leitura com fins pedagógicos de um romance implica na construção de um ambiente dialógico e polifônico, recorreremos também à análise de discurso bakhtiniana.

Para Bakhtin, conforme afirma Diana Luz Pessoa de Barros (1999, p. 2), o dialogismo é o “princípio constitutivo da linguagem e a condição do sentido do discurso”. Ao analisar o discurso do romance, de acordo com Beth Brait (2006, p. 61), Bakhtin demonstra que “essa arte vai buscar na variedade dos temas e linguagens que dominam uma sociedade, uma cultura, os motivos para sua produção”. Dessa forma o texto e o contexto da obra literária dialogam diante dos aspectos culturais, sociais, históricos e ideológicos.

A utilização de dois referenciais linguísticos na análise do romance se consolida pela necessidade de uma metodologia que abrangesse tanto no nível externo quanto no nível interno ao texto. Dessa forma encontramos na Análise de Discurso Bakhtiniana, uma possibilidade de identificar os aspectos ideológicos, dialógicos e polifônicos do discurso no romance, refletindo sobre as condições de produção do texto literário e, na Semiótica Greimasiana uma forma de estruturar a narrativa, identificando o sentido no texto de forma que possibilite uma interpretação homogênea da leitura do romance.

2 – A teoria da relatividade, seu valor cultural e seu diálogo com a literatura.

“Mas talvez Deus em si possa estar limitado pelas mesmas leis que governam os movimentos dos prótons e dos elétrons, estrelas e espaçonaves. E isto pode ser a causa de todos os nossos problemas.

Ela está vindo o mais rápido que Ela pode, mas não há nada que mesmo ela possa fazer sobre os irritantes 300.000 quilômetros por segundo.

Ninguém sabe se Ela vai chegar a tempo.”

Arthur C. Clarke In: *Einstein: 100 anos da Teoria da Relatividade*, 2005, p. 237.

A Teoria da Relatividade está presente no imaginário popular, seja por meio da veiculação da equação de equivalência entre massa e energia – o famoso $E=mc^2$ – junto à imagem de Albert Einstein ou na utilização dessa teoria para fundamentar fenômenos científicos no cinema como viagens no tempo e simultaneidade.

Quando apresentamos essa teoria aos estudantes, parte deles já possui uma concepção prévia do trabalho de Einstein ou no mínimo já viram a imagem do cientista “mostrando a língua”.

Acreditamos que por conta de sua exposição, seja na publicidade, na indústria cinematográfica, nos meios de comunicação ou, evidentemente, na divulgação científica, a TER possui um valor cultural presente na sociedade. Além disso, esses fatores também possibilitam despertar um interesse inicial aos estudantes na teoria, sendo possível então, aproveitar esse interesse para difundir um trabalho de reflexão sobre os conceitos, o processo de consolidação e consequências culturais decorrentes da teoria.

Pretendemos neste capítulo analisar alguns aspectos da TER que possibilitem identificar esses valores culturais. Para isto identificaremos alguns aspectos da presença da TER e da imagem de Albert Einstein na Cultura de

Massas, diferenciar as visões de espaço e tempo no decorrer da História e finalmente refletir sobre a forma que essas visões repercutiram na Literatura e nas Artes.

Essas análises são necessárias para a construção da base de nosso argumento: que a utilização da literatura é um caminho possível para proporcionar uma reflexão sobre as visões de mundo e as interpretações acerca da natureza proporcionadas pela ciência, diferentemente da indústria cultural.

2.1 – Einstein e a Teoria da Relatividade na Indústria Cultural

Como já afirmamos brevemente na introdução deste trabalho, a imagem de Albert Einstein possui certa exposição nos veículos de comunicação de massa. Sobre a definição do que é cultura de massa, podemos nos ater a Waldenyr Caldas que afirma:

[...] a cultura de massa consiste na produção industrial de um universo muito grande de produtos que abrange setores como a moda, o lazer no seu sentido mais amplo, incluindo os esportes, o cinema, a imprensa escrita e falada, os espetáculos públicos, a literatura, a música, enfim, um número muito grande de eventos e produtos que influenciam e caracterizam o atual estilo de vida do homem contemporâneo do meio urbano-industrial (CALDAS, 1986, p. 83).

É importante denotar que a expressão cultura de massa não necessariamente representa aspectos da cultura popular. Por conta disso, o filósofo Theodor Adorno (1903-1969), afirma que essa expressão pode, de forma equivocada, denotar uma cultura que surge “espontaneamente das massas” como “forma contemporânea da arte popular” (ADORNO, 1977, p. 287). Adorno defende que cultura de massa possui outros objetivos, sendo que “o principal deles é o lucro” (CALDAS, 1986, p. 87), por conta disso, propõe em 1947, junto a Max Horkheimer (1895-1973), a expressão indústria cultural.

Para Adorno (1977, p. 295), a indústria cultural “impede a formação de indivíduos autônomos, independentes, capazes de julgar e decidir conscientemente”. Dessa forma o consumidor perde o senso crítico, tendo em vista que seu gosto é padronizado, transformando-o em objeto e tratando-o como se fosse sujeito da história (CALDAS, 1986, p. 87).

Adorno e Horkheimer (2002, p. 66) consideram que a indústria cultural, por si mesma, gera “saciedade e apatia” e por conta disso há a necessidade de se fundir com a propaganda, sendo que esta última se torna o “elixir da vida” da indústria cultural. Por conta desses aspectos, segundo a visão dos teóricos, a indústria cultural transforma o consumidor num indivíduo consumista e conformista.

Um fator que devemos observar é que Adorno e Horkheimer estavam se referindo à cultura de massa evidenciada no rádio, no cinema e nas revistas. A televisão não havia sido totalmente difundida na sociedade de consumo até então.

Considerando as hipóteses de Horkheimer e Adorno, iremos analisar algumas situações em que se verifica a presença da Teoria da Relatividade nos meios de comunicação de massa. Como referencial discursivo nesse caso, podemos nos ater à análise de discurso bakhtiniana que afirma que a publicidade, as pesquisas científicas e as obras literárias estão inseridas num “convívio cultural” complexo e organizado, portanto com um discurso ideológico atrelado ao produto (BAKHTIN, 2003, p. 263).

2.1.1 A imprensa escrita, a bomba atômica e a imagem de Einstein

A presença de Albert Einstein na imprensa escrita foi difundida principalmente por conta da associação que os veículos de comunicação de massa faziam da equação $E=mc^2$ com a bomba atômica. Friedman e Donley (1985, p. 155) ilustram a edição de 29 de dezembro de 1934 do jornal *Pittsburgh Post-Gazette* em que o físico responde algumas questões sobre a utilização da energia atômica. O jornal enfoca a expressão e a energia do físico

ao tratar do tema. Podemos tomar a edição desse jornal como ponto crucial da associação de Einstein à energia atômica.

Um fator que podemos notar é que essa publicação ocorreu no período pré 2ª guerra mundial, com o fascismo e o nazismo em consolidação na Itália e Alemanha. Portanto, para a imprensa estadunidense havia a necessidade de demonstrar quem era o cientista e personalidade que estava ao lado dos Estados Unidos.

Após o final da 2ª guerra mundial, e com as bombas atômicas lançadas em Hiroshima e Nagasaki, a associação do físico com a bomba atômica é destacada na capa da revista *Time*, na edição de 1º de julho de 1946. Friedman e Donley (1985) descrevem a capa do semanário estadunidense:

Em um primeiro plano o rosto de Albert Einstein, com uma aparência velha, com peles flácidas, cabelos brancos desgrehados, e olhar triste. Acima de seus ombros, uma nuvem em forma de cogumelo ascende em um pilar de fogo multicolorido. Sobreposto à nuvem, a equação $E=mc^2$ (FRIEDMAN; DONLEY, 1985, p. 155).

Essa imagem⁹ descrita acima é um exemplo da forma como a indústria cultural e os meios de comunicação de massa reiteram aspectos maniqueístas da ciência e de certa forma, impedindo o leitor de tomar suas próprias conclusões quanto a quem desenvolveu a bomba atômica. Conforme afirma Cássio Leite Vieira a edição dessa revista, “reforçou um raciocínio baseado em uma lógica um tanto torta”. Se a equação que relaciona massa e energia é o princípio de funcionamento da bomba atômica, portanto “Einstein é o ‘pai’ da bomba atômica” (2003, p. 193).

De fato, Einstein expressou seu apoio aos países aliados a partir do momento em que eclodiu a guerra. Nessa ocasião escreveu uma carta ao presidente norte americano Franklin Roosevelt, especulando a possibilidade de a Alemanha nazista estar fabricando bombas à base de urânio. Seu

⁹ Localizada no apêndice, imagem 01.

envolvimento no restante, conforme relata Merleau-Ponty (1993, p. 105), seria ocasional, resumindo a algumas consultas sobre a “física das explosões”. No entanto quanto à produção da bomba atômica no Projeto Manhattan, o físico “pouco – ou quase nada – sabia sobre o que estava acontecendo”. (VIEIRA, 2009, p. 196).

Podemos refletir que se não fosse a posição anti belicista e humanista do físico alemão, após o término da segunda guerra, possivelmente essa visão de que o físico tenha “inventado” a bomba atômica teria tomado proporções maiores ainda.

Esse aspecto humanista do cientista contribuiu para que, no decorrer dos anos, a imagem de Albert Einstein fosse, de certa forma, a “imagem de um santo”, conforme alegam Friedman e Donley (1985, p. 192). A revista *Time*, por exemplo, no ano em que se comemoraria o centenário do nascimento do físico, em 19 de fevereiro de 1979, intitula sua capa como “Redescobrimos Einstein”¹⁰ e dessa vez oferece uma nova imagem, diferente daquela da edição de 1946. Desta vez o cientista está imerso num ambiente cósmico, de forma divina. Conforme visto anteriormente, o mesmo semanário atribuirá ao cientista o título de “Personalidade do século XX”¹¹.

É importante ressaltar que a imagem do físico alemão mais velho, com cabelo bagunçado, será tomada como estereótipo, principalmente pelos estudantes da educação básica, conforme identificam Kosminsky e Giordan (2002, p. 16). Sobre a imagem do cientista de final do século XX, Friedman e Donley ponderam que a “imagem de Einstein por si só não criou a imagem da ciência na cultura do século XX”, mas foi adotado pela cultura de massa para representar a imagem corporativa do intelectual (1985, p. 192).

A forma como os veículos de comunicação de massa utilizam a imagem de Einstein é um exemplo de como esses veículos influenciam na opinião pública. Sobre esse tipo de influência, Waldenyr Caldas afirma que os

¹⁰ Imagem 2

¹¹ Imagem 3

“sistemas de comunicação de massa” têm um “poder suficientemente grande para destruir” a imagem de uma personalidade num curto prazo de tempo (CALDAS, 1986, p. 83). Complementamos essa afirmação dizendo que os veículos de comunicação de massa possuem o poder de distorcer a imagem do cientista e da ciência.

2.1.2 A propaganda e Einstein como símbolo de genialidade

Sabemos que os discursos produzidos nos veículos de comunicação de massa e na propaganda se assemelham por conta de suas condições de produções. Enquanto o objetivo principal da capa de uma revista é vender essa notícia e a credibilidade do discurso produzido por esta, na publicidade o objetivo é vender o produto e para isso o discurso deve ressaltar a qualidade do produto.

Segundo Florêncio (2005, p. 50), na propaganda o próprio produto é locutor do discurso. Dessa forma, o receptor está sujeito a diversos locutores: o primeiro locutor é o signo do produto, representado por seu logotipo ou seu slogan; o segundo locutor é caracterizado pelo “enunciado total”, ou seja, a quem o primeiro locutor se refere, no caso é a marca; o terceiro locutor é a “materialização do enunciado”, a frase de efeito associada à imagem (FLORÊNCIO, 2005, p. 51). Nesse sentido, podemos encontrar aspectos de polifonia no discurso publicitário, tendo em vista que diversas vozes perpassam o discurso publicitário.

Para Adorno e Horkheimer (2002, p. 16) a indústria cultural funde-se com a propaganda, de forma que os produtos da indústria cultural sem a publicidade não possuiriam fruibilidade.

Ao utilizar a imagem de Einstein, a publicidade propõe a construção de um enunciado em que se observa um aspecto de credibilidade ao produto, de um modo geral essa credibilidade está relacionada ao “grau de inteligência” do receptor, ou seja, do consumidor. Identificaremos um caso em que é ressaltado esse fenômeno.

Na propaganda da cerveja dinamarquesa *Carlsberg*¹² verificamos a imagem de um macaco bebendo uma caneca de cerveja, sem nenhuma referência à marca de sua bebida. Já ao seu lado encontramos o físico alemão bebendo em um copo que está impresso a logomarca da cerveja. Embaixo de cada sujeito da imagem encontram-se frases distintas, referindo-se ao macaco a frase é “O instinto diz cerveja”, já embaixo de Einstein a frase em evidência é “A razão diz Carlsberg”.

Podemos identificar que neste caso a cerveja é associada às pessoas com um “alto nível intelectual” e que o fato de escolherem a bebida em questão denota um “ato racional” ao apreciar a bebida em questão. A imagem do cientista é de uma pessoa casual e feliz, vestida com um suéter, caracterizando que quem bebe a cerveja possui esse estilo e pertence à classe social que se veste daquela forma. A imagem do cientista é transportada do ambiente “sério” de laboratório ou de uma instituição de pesquisa para um ambiente descontraído.

A imagem do macaco denota caráter instintivo, bebendo uma caneca de cerveja com um volume maior de cerveja. Ou seja, o macaco não está preocupado com a qualidade da cerveja, apenas necessita desse tipo de bebida e pouco importa a procedência. De certa forma observamos uma inversão de valores na imagem do cientista, já que em diversas peças publicitárias contemporâneas, ou em outros veículos de comunicação de massa, o cientista não possui preocupações com a estética, apenas preocupado em imergir dentro de suas pesquisas e de certa forma é desleixado com sua aparência, já na imagem publicitária, o Einstein da propaganda está com seu cabelo milimetricamente desarrumado.

2.1.3 A representação de Einstein e da relatividade no cinema

Conforme temos visto, na maioria dos veículos de comunicação de massa, a imagem de Einstein é associada com maior frequência à intelectualidade do que à sua contribuição à ciência. No cinema, a imagem do

¹² Imagem 4

cientista alemão não deixa de ser estereotipada dessa mesma forma: o homem com inteligência acima do normal, distraído, brilhante e de certa forma, desleixado.

Alguns trabalhos discutem a imagem do cientista representada no cinema. Segundo Olschowky (2007, p. 12), a imagem do cientista em algumas publicações de divulgação científica e no cinema “tem procurado mudar o discurso pseudo-universalista” que dava visibilidade aos cientistas por meio de estereótipos, entretanto, principalmente no caso da representação da mulher cientista, observa-se a valorização da beleza como “como substituto dos símbolos coercitivos” dos estereótipos evidenciados nos veículos de comunicação em massa.

Lacy Barca considera que no decorrer da história do cinema, as visões sobre o cientista foram modificadas de acordo com o momento histórico, neste caso até a década de 1940, o cientista aparece como um ser que tenta descobrir o “segredo da vida” seja criando “novos seres vivos” ou “modificando os já existentes”. Após a 2ª guerra mundial, o cientista está à sombra da guerra fria, e ao pavor da corrida armamentista, sendo que o cinema apresenta “a ameaça” que o “avanço da ciência” representa para a humanidade (BARCA, 2005, p. 33).

A partir da década de 1980, o cientista é retratado ora como um personagem heroico – vide o personagem da trilogia *Indiana Jones*, por exemplo – ora distraído – como o protagonista de *Querida, encolhi as crianças*, de 1988 – ou muitas vezes um meio termo entre os dois casos, como é verificado no personagem Emmet Brown da trilogia *De volta para o futuro* (Back to the Future, 1985, 1989, 1990) dirigida por Robert Zemeckis.

Já a partir da década de 1990, com a ascensão da engenharia genética, a clonagem e a possibilidade do mapeamento do genoma humano, os cientistas relacionados à genética ocupam um certo espaço nas obras cinematográficas, vide o caso de *Jurassic Park* em 1993. Outro aspecto importante a partir dessa década é a presença da mulher na ciência, por muitas

vezes personificada por personagens belas e inteligentes, como é o caso da personagem Ellie Arroway interpretada pela atriz Jodie Foster, no filme *Contato* (Contact, 1997) de Robert Zemeckis (BARCA, 2005, p. 37).

Acreditamos que, além disso, observa-se a presença do personagem introspectivo, sério, susceptível a divergências com a estrutura da sociedade, seja na política ou nos aspectos burocráticos inerentes à ciência. Essa característica, pode ser estendida à personagem do filme *Contato*, assim como aos protagonistas de outras produções recentes como *Uma mente brilhante* (A Beautiful Mind, 2001), dirigido por Ron Howard, *Pi* (π , 1998) e *Fonte da Vida* (The Fountain, 2006), ambas de Darren Aronofsky.

No caso da representação da imagem de Einstein no cinema, é comum encontrarmos a sua personificação em um personagem caricato, atrapalhado e genial, muito comum aos estereótipos caracterizados anteriormente aos filmes da década de 1980. Vale neste caso citar duas comédias inspiradas diretamente no cientista: a produção australiana *O jovem Einstein* (Young Einstein, 1988) dirigida por Yahoo Serious e o filme estadunidense *A teoria do amor* (I.Q., 1994), do diretor Fred Schepisi.

No filme *O jovem Einstein*, o personagem inspirado no físico alemão é um jovem numa fazenda na ilha da Tasmânia que acidentalmente descobre o processo de fissão nuclear ao tentar “colocar bolhas na cerveja”. Por conta desse acidente estabelece a relação entre a equivalência de massa e energia. A narrativa do filme relata a história dos desafios que Einstein enfrenta para patentear a sua descoberta. Não apenas Einstein é representado no filme, mas versões estereotipadas de Marie Curie (1867–1934) – o interesse romântico do protagonista – e Charles Darwin (1809–1882) – o vilão da história – aparecem nesta obra cinematográfica.

Já o filme *A teoria do amor* é uma comédia romântica que mostra o relacionamento fictício do físico com uma sobrinha em Princeton. Nessa obra, o físico age como um conselheiro romântico, atuando como “espécie de cupido” para concretizar o relacionamento da sobrinha com um mecânico de

automóveis. Outros cientistas como Kurt Gödel (1906–1978) e Boris Podolsky (1896–1966) também são retratados na narrativa cinematográfica.

Os dois casos citados não possuem a intenção explícita de retratar a biografia do físico alemão, e sim utilizam a imagem do cientista como signo da criatividade científica, no caso do filme australiano, ou da maturidade do cientista. É interessante notar que a imagem de Albert Einstein se consolidou como uma referência para a caracterização de personagens cientistas, um exemplo disso é o já citado Emmet Brown de *De volta para o futuro*, que possui os cabelos brancos, compridos e desgrehados que caracterizam o físico alemão.

Esses casos são exemplos de obras cinematográficas que retratam estereótipos já consolidados nos veículos de comunicação de massa. Esta constatação entra em sintonia com a afirmação de Oliveira (2005), de que o cinema não é responsável pela criação de estereótipos do cientista, entretanto, enquanto veículo da indústria cultural reproduz conceitos já “arraigados socialmente” de forma a serem incorporados “como forma de diversão” no imaginário coletivo.

Entretanto não é apenas com a imagem de Albert Einstein que a TER aparece, os fenômenos relativísticos, principalmente o de dilatação do tempo, são utilizados no cinema. Um exemplo explícito é a primeira adaptação cinematográfica do romance “O Planeta dos Macacos” de Pierre Boulle. O filme, dirigido por Franklin J. Schaffner, foca a história de um astronauta que pousa num planeta com características próximas às do planeta Terra, entretanto os símios são a raça que domina o planeta. Nesse filme, a viagem no tempo realizada pelo protagonista é ratificada pelos fenômenos consequentes da TER.

A Teoria da Relatividade aparece de forma mais discreta em obras como na já citada *Contato* e *De volta para o futuro*. Entretanto, as consequências dos fenômenos relativísticos, como a causalidade e os paradoxos temporais, são frequentemente exploradas no cinema, vale citar nesse caso obras como

Donnie Darko (Donnie Darko, 2001) de Richard Kelly, *Os 12 Macacos* (Twelve monkeys, 1996) de Terry Gilliam e *Star Trek* (Star Trek, 2009) de J.J. Abrams em que os fenômenos de viagem no tempo e causalidade estão na narrativa, mas em nenhum momento citam a Teoria da Relatividade.

2.1.4 A Teoria da Relatividade como referência na divulgação científica

Não apenas os veículos de comunicação de massa utilizam a imagem de Einstein; diversas organizações utilizam a popularidade do físico alemão para, de certa forma, aproximar a ciência da sociedade de uma forma geral. Por conta dessa utilização, e principalmente o fato de ser observado a formação de um mercado de obras de divulgação científica, caracterizaremos essas obras como produtos da cultura de massa.

Portanto nessas situações são notáveis as atuações de diversos setores da sociedade para a divulgação do Ano Internacional da Física em 2005, instituído pela Organização das Nações Unidas, em comemoração ao centenário do chamado “ano miraculoso” de Einstein, por conta da publicação de seus cinco artigos, que tratavam do efeito fotoelétrico, do movimento browniano e principalmente da TER.

Conforme afirmam Nelson Studart e Ildeu de Castro Moreira, o próprio cientista alemão foi um divulgador de seu próprio trabalho:

O enorme interesse despertado por suas novas ideias sobre o espaço e o tempo, conduziram-no também a escrever no afã de deixar mais claras suas concepções e para contrapor-se a distorções e interpretações errôneas. Apesar das dificuldades das questões físicas e matemáticas com as quais tratava, e talvez mesmo em parte por causa disto, Einstein granjeou o fascínio do público; suas conferências em vários países atraíam grande número de pessoas. A admiração popular se expressava também em grandes concentrações públicas à sua volta e no assédio constante da imprensa (MOREIRA; STUDART, 2005, p. 30).

Do ponto de vista da instância da produção de suas obras de divulgação, observamos que a popularidade do cientista possibilitou a construção desse mercado pessoal de divulgação científica. Podemos destacar entre suas obras de divulgação traduzidas no Brasil os livros “A Evolução da Física”, publicado originalmente em 1938, escrito em parceria com Leopold Infeld e a coletânea “Escritos da Maturidade”, com diversos ensaios sobre a ciência, a religião, a política e a sociedade, que Einstein publicou em diferentes veículos, do período de 1936 a 1949.

Dentre as publicações de divulgação científica contemporânea, a produção científica de Einstein tem sido evidenciada, principalmente por conta das pesquisas que buscam a unificação da Mecânica Quântica com a Teoria Geral da Relatividade, que tem gerado inúmeros debates e especulações na física contemporânea. Podemos citar neste caso as obras: “O Universo Elegante” (1999) e “O Tecido do Cosmo” (2005), escritas por Brian Greene; “The Trouble with Physics” (2006), de Lee Smolin; “Hiperespaço” (1994) e “Mundos Paralelos” (2004), de Michio Kaku; e “Mais rápido do que a velocidade da luz” (2003) de João Magueijo. Tais obras, independente da posição nesse debate, utilizam os conceitos espaço-temporais da TER, como referenciais básicos para argumentar as posições perante as possíveis “teorias do tudo”.

Novamente identificamos na instância de produção de livros de divulgação científica, um mercado editorial que é direcionado ao público leigo. Por conta da formação desse público leitor, Moreira e Studart (2005) afirmam que os livros de divulgação científica escritos “por grandes cientistas” alcançam, eventualmente, “altas tiragens com retornos financeiros significativos para seus autores”.

2.2 – A consolidação da Teoria da Relatividade e seu impacto na ciência, na filosofia e nas artes: um resgate histórico, conceitual e cultural.

Para o historiador da ciência David Knight (2004, p.161) a ciência é uma atividade em que seu caráter cultural é ratificado através da uma “prática social

e intelectual”. Entendemos dessa forma que os valores culturais da TER perpassam a história, a evolução e a consolidação de seus conceitos.

A historiografia da ciência contemporânea nos aponta a superação da hipótese de “precursores” ou de “pais” dentro da ciência. Essa hipótese pode ser confirmada em alguns trabalhos sobre a história da Teoria da Relatividade.¹³

Para promover esse diálogo historiográfico sobre os aspectos culturais da TER, e refletirmos sobre o impacto cultural que essa teoria teve na sociedade, iniciaremos um recorte das diferentes visões sobre o espaço e o tempo e de que forma a filosofia, a ciência e a arte os interpretaram.

2.2.1 – Aspectos espaciais e temporais na filosofia, na física e na arte pré-relatividade.

O tempo efetivamente é um dos temas mais recorrentes quanto ao que se refere às inquietações dos filósofos. Para alguns pensadores da Grécia Antiga, observamos que o tempo possui aspectos dinâmicos relacionados de forma inexorável ao movimento.

Para Heráclito de Éfeso (540 a.C. – 470 a.C.), conforme expõe Baptista (2007, p. 27), o tempo estaria relacionado à transformação e à mudança, tendo em vista que o pensamento do filósofo pré-socrático vislumbra um “universo onde nada permanece na imobilidade, que o tempo é algo que, irremediavelmente, flui, carrega, leva” (BAPTISTA, 2007, p. 27).

Platão (428 a.C. – 348 a.C.), em sua obra “Timeu”, concebe o tempo como a “imagem móbil da eternidade” (PLATÃO, 2001, p. 73), tendo nascido junto ao céu:

O nascimento do tempo decorre da sabedoria e desse plano de divindade, e para que o tempo nascesse também nasceram a lua e os outros cinco astros denominados errantes ou planetas,

¹³ Ver R.Martins (2005), Abiko (2005) e Darrigol (2005). Para citar alguns trabalhos que foram publicados no centenário do artigo de Albert Einstein.

para definir e conservar os números do tempo (PLATÃO, 2001, p. 74).

Segundo Baptista (2007) a hipótese platônica de que tempo está indissociável ao movimento influenciará as concepções de Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.), sendo que para Aristóteles “o tempo se divide em instantes mensuráveis e que cada instante seria um agora, que possuiria um antes e um depois” (BAPTISTA, 2007, p. 33). Essa afirmação entra em consonância com a afirmação de Pieltre (1997, p. 18) que para Aristóteles o tempo é “um número do movimento” e sua variação ocorre “conforme o anterior e o posterior”.

Não apenas o tempo é associado ao movimento, o filósofo da ciência Michel Serres, destaca sobre as concepções espaciais do filósofo romano Lucrécio (99 a.C. – 55 a.C.), que os “objetos da física são os pesos, os fluidos e o calor”, sendo que “tudo flui”, apenas os “átomos seriam de uma solidez invencível” (SERRES, 2003, p. 15). Podemos notar que a concepção de natureza de Lucrécio era decorrente das hipóteses do atomismo de Epicuro, Demócrito e Leucipo (500 a.C.).

Brian Greene (2005, p. 47) afirma que diversos filósofos se propuseram a debater sobre o espaço e que essas análises causaram “indagações teológicas”, principalmente por conta da afirmação “Deus é onipresente”, que caracteriza o espaço como uma divindade.

A divindade também seria vinculada ao tempo, como é o caso de Santo Agostinho (350 – 430). Segundo Baptista, Agostinho desvencilha o tempo da eternidade, pois para o filósofo a eternidade é representada por Deus, de forma absoluta, sendo assim, essa imutabilidade absoluta não deve ser “confrontada com a mobilidade do tempo” (BAPTISTA, 2007, p. 40). Inclusive é de Santo Agostinho uma das mais célebres reflexões sobre o que é o tempo: “se ninguém me perguntar, eu sei; se o quiser explicar a quem me fizer a pergunta, já não sei” (SANTO AGOSTINHO, 1980, p. 112).

Há de se notar ainda que atribuir divindade ao tempo e ao espaço não é verificada apenas na Antiguidade e na Idade Média. Já no período da ciência

moderna, Isaac Newton (1643-1727) atribuiria condição divina ao espaço, admitindo que este fosse “preenchido por uma substância espiritual”, assim como uma substância material, mas tomou cuidado ao acrescentar que tal elemento espiritual não pode ser um obstáculo para o movimento da matéria, não afetando seu caminho. Esse espaço absoluto seria o “sensório de Deus” (GREENE, 2008, p. 47).

É interessante ainda verificar a posição de Gottfried Leibniz (1646 – 1716) sobre o espaço newtoniano. Segundo Greene (2008, p. 48), Leibniz acreditava que o espaço não existia num “sentido convencional”, ele apenas propicia a “verbalização natural para a discussão do relacionamento entre a localização de um objeto e a de outro” e se o espaço realmente existisse, “Deus, cujas decisões são todas plenamente justificáveis e nunca aleatórias ou casuais, distinguiria um lugar no espaço vazio, se todos são iguais”. Para Greene, as hipóteses de Leibniz eram baseadas na “impossibilidade de detectar o espaço”.

Segundo Assis (1998, p. 50), a comprovação experimental para Newton de que o espaço seria absoluto, é a experiência do balde. Essa experiência consiste num balde que ao ser rotacionado com velocidade angular constante, faz com que a água em seu interior exiba uma concavidade. Para Newton “a superfície da água será côncava apenas quando ela está girando ao redor do espaço absoluto”.

O experimento do balde, segundo Brian Greene (2008, p. 49), deslocaria o debate entre Newton e Leibniz do âmbito das especulações filosóficas para “o terreno dos dados cientificamente verificáveis”, sendo assim as argumentações de Leibniz e de outros críticos em relação ao espaço absoluto de Newton “não produziram ecos na comunidade científica”.

Quanto ao caráter absoluto do tempo, Newton o defende através do seguinte escólio:

O tempo absoluto, verdadeiro e matemático flui sempre igual por si mesmo e por sua natureza, sem relação com qualquer

coisa externa, chamando-se com outro nome “duração”; o tempo relativo, aparente e vulgar é certa medida sensível e externa de duração por meio do movimento (seja exata, desigual), a qual vulgarmente se usa em vez do tempo verdadeiro, como são a hora, o dia, o mês, o ano. (NEWTON, 1979, p. 8)

Para Newton, o tempo seria independente da duração, de forma que esse caráter absoluto do tempo o desvencilhasse do mundo externo. Conforme considera Piettre (1997, p. 93) tanto o espaço quanto o tempo possuem “realidade exteriores ao corpo”, desta forma o tempo “encadeia os fenômenos que se sucedem” e o espaço “liga os fenômenos que coexistem” (PIETTRE, 1997, p. 93).

No que concerne à filosofia, o francês Gilles Deleuze defende que Immanuel Kant (1724 – 1804), conforme relata Baptista (2007, p. 49), “introduz a noção moderna de tempo”, sendo que o “tempo não estaria mais subordinado ao movimento” e que o “movimento estaria subordinado ao tempo”. Para Kant, o tempo – e também o espaço – não derivaria da experiência:

O tempo não é um conceito empírico que derive de uma experiência qualquer. Porque nem a simultaneidade nem a sucessão surgiriam na percepção se a representação do tempo não fosse o seu fundamento a priori. Só pressupondo-a podemos representar-nos que uma coisa existe num só e mesmo tempo (simultaneamente), ou em tempos diferentes (sucessivamente). (KANT, 2001, p. 96)

Para Ana Maria Haddad Baptista (2007, p. 49), a partir de Kant, o tempo passa a “ter um sentido ligado a uma interioridade e a uma subjetividade”, sendo assim, promovendo uma “dimensão de infinitude e inesgotável”.

Já na física, o questionamento sobre o absoluto no espaço e no tempo de Newton começa a ganhar forma no final do século XIX. Adotaremos como publicação chave nesse período a obra “A ciência da mecânica”, publicada originalmente em 1883, pelo físico e filósofo austríaco Ernst Mach (1838-1916).

Para Mach (1919, p. 229), ninguém seria “suficientemente competente” para atribuir afirmações sobre o “caráter absoluto do espaço e do movimento”, pois seriam apenas “construções mentais que não poderiam ser reproduzidas na experiência” e afirma ainda que:

Todos os princípios da mecânica são conhecimentos experimentais sobre as posições relativas e os movimentos dos corpos. Mesmo em situações em que esses princípios são reconhecidamente válidos, não foram admitidos sem a submissão de testes experimentais. Ninguém é autorizado a estender esses princípios para além dos limites da experiência (MACH, 1919, p. 229).

Para Mach, a concavidade no balde não seria decorrente do movimento em relação ao espaço absoluto e sim, devido à “influência coletiva de toda a matéria que há no universo” (GREENE, 2005, p. 56). Nesse caso o espaço absoluto de Newton, conforme defende Assis (1998, p. 124), seria substituído por toda a matéria do universo. De modos práticos, se algum ente muito poderoso girasse as estrelas ao redor do balde, o efeito de concavidade na água seria o mesmo.

A obra que Mach publicou exerceu certa influência no pensamento de Albert Einstein e principalmente em sua posição em não aceitar o éter luminífero, pois Mach adotava uma postura positivista de ciência, o que implicava no ceticismo quanto a fenômenos não comprovados experimentalmente (EINSTEIN, 1982, p. 29).

Até o final do século XIX, diversas experiências tentaram comprovar a existência do éter e é muito comum introduzirem a TER através do experimento com o interferômetro de Michelson e Morley, realizado em 1897, mas conforme aponta Luís Carlos de Menezes (2005, p. 119), Einstein “sequer se refere a essa experiência”. Portanto, sua posição em negar o éter está mais relacionada a uma atitude filosófica do que científica (MARTINS R., 2005, p. 22) pela sua não aceitação do éter do que os experimentos realizados por Michelson e Morley em 1897.

O questionamento do absoluto não é exclusivo apenas no que tange à filosofia e à ciência. A matemática do século XIX, através da geometria não euclidiana, desenvolvida durante esse século, em períodos distintos, por Karl Gauss (1777 – 1855), Nikolai Lobachevski (1793 – 1856) e por Georg Riemann (1826 – 1866), buscava romper com as noções espaciais válidas desde a antiguidade clássica (GUERRA; REIS; BRAGA, 2010). Ao mesmo tempo, a teoria dos quatérnios de William Hamilton se consolida na concepção de um mundo matricialmente quadridimensional.

As artes nesse período refletem a inquietação espaço-temporal que o homem está vivenciando. Com o aparecimento da fotografia, a necessidade da reprodução do real nas pinturas era desnecessária (GOMBRICH, 2000, p. 379) e a arte impressionista de Édouard Manet (1832 – 1883) e Claude Monet (1840 – 1926) irá materializar diferentes formas de representação do espaço e da ação da gravidade (SHLAIM, 2007, p. 319). Já Paul Cezanne (1839 – 1906) procurava estabelecer novos padrões de profundidade (GOMBRICH, 2000, p. 393), sendo que o espaço representado em seus quadros é “alterado pela massa dos objetos”, que por sua vez, “foram alterados pelo espaço em suas imediações” (SHLAIM, 2007, p. 323).

Não apenas as artes visuais incorporariam as possíveis rupturas estéticas espaço-temporais fornecidas pela geometria não-euclidiana. A literatura, conforme nos aponta João Zanetic (2006a, p. 64), terá em Fiódor Dostoiévski um exemplo de romancista que apresentaria, mesmo de forma metafórica, o pensamento científico de sua época. Zanetic cita o caso do romance “Os Irmãos Karamázov”, publicado originalmente em 1879, em que o personagem Ivan Karamazóv “rejeita a geometria não-euclidiana” por conta de possuir uma “mente euclidiana”. Observemos o trecho do romance:

Mas entretanto, o que preciso ressaltar: se Deus existe e ele realmente criou a Terra, então, como é de nosso conhecimento absoluto, ele a criou com base na geometria euclidiana, e criou a inteligência humana apenas com as três dimensões de espaço. Por outro lado, houve e há até hoje geômetras e

filósofos, e inclusive dos mais notáveis, que duvidam de que todo o universo ou, em termos mais amplos, todo o ser tenha sido criado unicamente com base na geometria euclidiana; eles se permitem inclusive a fantasia de que duas paralelas, que segundo Euclides, jamais poderão encontrar-se na terra, talvez venham a encontrar-se em algum lugar do infinito. [...] Oxalá até as paralelas se encontrem e eu mesmo o veja: verei e direi que se encontraram, mas ainda assim não aceitarei (DOSTOIÉVSKI, 2008, p. 323 – 325).

Conforme afirma Zanetic, a rejeição da “harmonia não-euclidiana” por parte do personagem, leva o confronto de ideias até “as últimas consequências” quando ocorre o rompimento com a idealização do divino, verificado pelo personagem (ZANETIC, 2006a, p. 65). João Zanetic expõe ainda a afirmação do historiador da ciência russo Boris Kuznetsov, de que Einstein teria reiterado seu débito intelectual com o Dostoiévski “com as seguintes palavras: ‘Dostoiévski oferece-me mais que qualquer outro pensador, mais que Gauss’”. Em uma biografia de Einstein, Kuznetsov reflete sobre a influência de Dostoiévski na vida do físico alemão:

É evidente que não existe uma relação direta entre o mundo não-euclideano de Dostoiévski e o mundo não-euclidiano da teoria da relatividade geral. A influência de Dostoiévski em Einstein foi de ordem puramente psicológica. O procurar de uma imagem harmoniosa do mundo, na qual os fatos invulgares da vida se dispam das suas características paradoxais é mais intensa e frutosa quando o cientista tem plena consciência da infinita complexidade do mundo e, simultaneamente, da natureza causal dos fenômenos contraditórios e paradoxais que nela se observam. (KUZNETSOV, 1965, p. 109).

Essa afirmação de Kuznetsov demonstra a forma de como a subjetividade da Arte possibilita ao cientista pensar a natureza complementar à ciência. Além disso, as reflexões do historiador da ciência russo entram em consonância com algo que pretendemos defender neste trabalho, que o diálogo

entre arte e ciência não precisa ocorrer de forma explícita e objetiva, mas de forma que a interface entre esses dois conhecimentos propiciem especulações inteligentes sobre o universo.

No final do século XIX, a teoria dos quatérnios de Hamilton, fez com que a ficção explorasse outras dimensões em suas narrativas. Podemos destacar nesse caso as obras “Planolândia”, de Edwin Abbott, publicada originalmente em 1884 e “A Máquina do Tempo”, de H. G. Wells, publicada originalmente em 1895.

Em “Planolândia”, observamos a construção de uma alegoria, que de certa forma critica a sociedade inglesa no final do século XIX. Os personagens da narrativa são bidimensionais em alguns momentos observam fenômenos unidimensionais ou tridimensionais. A hierarquia nessa sociedade ocorre pelo número de lados que os habitantes, poligonais, possuem. Esse romance utiliza diferentes referenciais espaciais para descrever seu mundo:

Coloque uma moeda sobre o centro de uma de suas mesas no espaço. Inclinando-se sobre ela, olhe para baixo, para ela. Ela vai parecer ser um círculo.

Agora, ficando ereto novamente, gradualmente vá se abaixando (ficando, assim, cada vez mais próximo da condição dos habitantes de Planolândia), e você irá descobrir que a moeda parece ficar cada vez mais oval. E, finalmente, quando seus olhos estiverem exatamente na borda da mesa (e você se sentirá, por assim dizer, de fato, um planolandês) a moeda não parecerá mais oval e terá se tornado, a seus olhos, uma linha reta (ABBOTT, 2002, p. 8).

Segundo o físico e divulgador da ciência Michio Kaku (2000, p. 76) o romance de Edwin Abbot foi a “primeira popularização amplamente lida de uma visita a um mundo de dimensões múltiplas” e as descrições matemáticas que o autor faz quando os personagens viajam entre as diferentes dimensões são corretas.

Já o romance de ficção científica “A máquina do tempo” utiliza um formalismo em que a quarta dimensão seria representada pelo tempo. Outras obras literárias especularam sobre a possibilidade de viajar no tempo, entretanto essas eram justificadas através “de sonhos, devaneios e delírios” (ALLEN, 1974, p. 45). Wells nesse ponto consolida sua incursão no gênero de ficção científica ao utilizar uma teoria de espaço-tempo quadridimensional:

Parece-me claro – disse o Viajante no Tempo – que qualquer objeto real deve se estender em quatro direções: ele deve ter Altura, Largura, Espessura e... Duração. [...] Existem na verdade quatro dimensões, três que constituem os três planos do Espaço, e uma dimensão adicional, o Tempo (WELLS, 2010, p.18).

Além dos aspectos conceituais quanto a uma teoria quadridimensional, Wells descreve em sua narrativa a forma como a sociedade recebia as emergentes teorias matemáticas no final do século XIX:

Mas alguns filósofos têm se perguntado por que três dimensões especificamente; por que não haveria uma outra direção com ângulo reto relativamente aos demais? E chegaram a construir mesmo a tentar construir uma geometria de Quatro Dimensões. O professor Simon Newcomb fez uma conferência a esse respeito na New York Mathematical Society há cerca de um mês. Vocês sabem que numa superfície plana, que tem apenas duas dimensões, podemos representar a figura de um sólido tridimensional, e por analogia ele imagina que é possível representar em modelos de três dimensões um objeto que na realidade possua quatro – basta encontrar a perspectiva correta para reproduzi-lo (WELLS, 2010, p.19).

Há de ser notado que Simon Newcomb (1835-1909) foi um importante matemático e astrônomo norte-americano, tendo publicado em 1894, no número 49 da revista *Nature*, um ensaio sobre o pensamento matemático no século XIX, mencionando a geometria quadridimensional.

O romance de Wells não dialoga apenas com a matemática e com a física, aspectos da sociedade e da política como a luta de classes e o darwinismo social – principalmente por conta da posição ideológica do autor, integrante à Sociedade Fabiana, movimento socialista inglês do final do século XIX – são representados nas figuras dos *Morlocks* e dos *Elóis*. Em um trabalho anterior (GOMES, PIASSI; AMARAL, 2010), analisamos as possibilidades didáticas dessa obra no contexto do ensino de TER.

Ao considerar as diferentes visões de espaço e tempo elucidadas pela filosofia e pela ciência, verificamos que o substrato epistemológico que norteia as posições dos pensadores está voltado para as suas respectivas subjetividades.

Defenderemos posteriormente, que o intuito de levar o romance para o ensino de teoria da relatividade é aproximar essa subjetividade dos estudantes, permitindo que possam discernir sobre o espaço e o tempo que os rodeiam.

2.2.2 – Aspectos espaciais e temporais na filosofia, na física e na arte pós-relatividade.

Apesar da Teoria da Relatividade ser muitas vezes creditada ao físico alemão Albert Einstein, com a publicação em 1905 do artigo “Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento”, o princípio do movimento relativo era bem conhecido em períodos anteriores a Einstein “tanto Galileu Galilei (1564-1642) quanto Isaac Newton (1643-1727) relacionavam a velocidade dos corpos materiais em caráter relativo” (BAPTISTA, 2007, p. 56). Sobre a relatividade antes da publicação de Einstein, o físico estadunidense Richard Feynman afirma:

O princípio da relatividade foi pela primeira vez enunciado por Newton, em um de seus corolários das leis do movimento: “Os movimentos de corpos em um dado espaço são os mesmos entre si, caso esse espaço esteja em repouso ou se movendo uniformemente em linha reta.” Isto significa, por exemplo, que se uma nave espacial está se movendo com uma velocidade uniforme, todas as experiências realizadas e todos os

fenômenos nessa nave vão parecer os mesmos como se a nave não estivesse se movendo, desde que é claro, ninguém olhe para fora. Esse é o significado do princípio da relatividade, o princípio da relatividade (FEYNMAN; LEIGHTON; SANDS, 2008, seção 15-2).

Ao que consta, esse princípio foi amplamente utilizado na mecânica durante muito tempo. Entretanto, as questões quanto a sua validade quando aplicado aos fenômenos da óptica e do eletromagnetismo, ou seja, os fenômenos eletromagnéticos e ópticos ilustrados por Feynman seriam diferentes nas situações de repouso e de movimento uniforme (FEYNMAN, 2008, seção 15-2).

O que Einstein fez em seu artigo foi afirmar que as mesmas leis da eletrodinâmica e da óptica são válidas para todos os sistemas de referência onde as equações da mecânica são válidas. Segundo Menezes (2005, p. 123) o que Einstein fez foi preservar as leis do eletromagnetismo, mas “transformar definitivamente” as leis da mecânica:

As leis que descrevem a mudança dos estados dos sistemas físicos são independentes de qualquer um dos dois sistemas de coordenadas que estão em movimento de translação uniforme, um em relação ao outro, e que são utilizados para descrever essas mudanças (EINSTEIN, 2005, p. 148).

Em seu segundo postulado, Einstein estabelece que independente do referencial, a velocidade da luz sempre é constante, tornando-se assim um invariante:

Todo raio de luz move-se no sistema de coordenadas de “repouso” com a velocidade fixa V , independentemente do fato de este raio ter sido emitido por um corpo em repouso ou em movimento (EINSTEIN, 2005, p. 48).

Esse último postulado é o que tornaria matematicamente possível, junto às equações de Lorentz, os fenômenos de dilatação do tempo e contração do espaço. Portanto, os aspectos relativos de espaço e tempo verificados pela

teoria, seriam decorrentes da invariância da velocidade da luz, portanto o artigo do físico alemão reflete sobre a presença do absoluto na física, representado pela constância da velocidade da luz.

Por conta disso, Einstein inicialmente, conforme alega o biógrafo Walter Isaacson, “considerou por um curto período chamar sua criação de teoria da invariância” (ISAACSON, 2007, p. 148). A expressão “teoria da relatividade”, foi utilizada por Max Planck (1858 – 1947) em 1906. A partir de então o próprio Einstein aderiu ao termo (ISAACSON, 2007, p. 148).

É notável que a designação “teoria da relatividade” tenha se popularizado, entretanto, possibilitou ao que Vieira (2003, p. 75) afirma ser uma maneira rasa de resumir as ideias de Einstein, o popular: “Tudo é relativo”. Esse fenômeno entra em sincronia com nossa afirmação de que a cultura de massa se apropriou dos fenômenos relativísticos e, de certa forma, os distorceram.

A constatação dos aspectos relativos de espaço e de tempo é dada por situações envolvendo experiências mentais. Essa abordagem não foi apenas consolidada no artigo do físico alemão, como é a forma usual para apresentar os fenômenos nos livros didáticos e nas obras de divulgação científica.¹⁴ Vamos à constatação da contração do espaço:

Considere uma haste rígida em repouso; seja l o seu comprimento, medindo com uma régua que está em repouso.

[...]

Procuremos determinar o comprimento dessa haste em movimento, imaginando para isso as duas operações seguintes:

¹⁴ A experiência mental que envolve a utilização de relógios luminosos ou a do “sonho” tentar alcançar o raio de luz pode ser encontrada em diferentes obras, desde livros didáticos de ensino médio (HEWITT, 2002), obras com uma física mais avançada (FEYNMANN, 2008) à livros de divulgação científica (VIEIRA, 2003).

a) O observador acompanha a haste que pretende medir, e mede diretamente o comprimento da haste sobrepondo-lhe a régua, exatamente como se a haste estivesse em repouso.

b) Usando relógios em repouso e sincronizados nos sistema de repouso, o observador determina em que pontos do sistema em repouso a extremidade final a ser medida estão localizados em um instante de tempo t . A distância medida é também o comprimento que podemos chamar de comprimento da haste.

De acordo com o princípio da relatividade, o comprimento determinado pela operação (a), a que chamaremos comprimento da haste no sistema em movimento, deve ser igual ao comprimento l da haste em repouso.

O comprimento que se obtém quando se usa a operação (b), e que chamaremos comprimento da haste (em movimento) no sistema em repouso, será determinado com base em nossos dois princípios, e iremos descobrir que ele difere de l . (EINSTEIN, 2005, p. 148-149)

Quando Einstein propõe a realização desse experimento, o físico está permitindo que o leitor possa inferir sobre a constatação de bastões de diferentes comprimentos, o que, possibilita ainda a construção desses modelos mentais, representados pelas experiências de pensamento. Conforme veremos adiante, acreditamos que a literatura, também, possibilita a construção dessas experiências mentais.

Conforme é relatado posteriormente em “A Evolução da Física”, os resultados experimentais sobre a velocidade da luz em relação ao éter deram resultados falhos (EINSTEIN; INFELD, 2008). Portanto sua posição em negar o éter, conforme defende Roberto Martins (2005, pág. 22) é de cunho epistemológico, “o físico alegaria que a física deveria lidar com aquilo que pode ser medido e observado”.

É evidente que para fenômenos relativísticos a observação não se faz de forma cotidiana, mas os postulados e o desenvolvimento matemático da TER, junto às experiências mentais, possibilitam encontrar resultados e medidas coerentes com os postulados de Einstein. É nesse sentido que este

trabalho defende que a TER possui aspectos que provocam um misto de estranhamento, fascínio e fantasia, quando entramos em contato com ela.

Em seu artigo, Einstein considera que ao descrever o movimento de um ponto material é necessário dar valor às coordenadas de tempo. Entretanto, a compreensão do que se entende por tempo é “relacionada com eventos simultâneos” (EINSTEIN, 2005, p. 145).

Segundo Whitrow (2005, p. 108-109), o conceito de simultaneidade entre um evento distante e um próximo ao observador, “depende da posição relativa entre eles, seu modo de conexão e a percepção que o observador tem dele”.

Einstein constatou que ao contrário do que previa a teoria clássica do tempo, a qual admitia a simultaneidade global de eventos, a velocidade da luz é a mesma para observadores em situações inerciais, verificando que os observadores em movimento relativo uniforme atribuiriam tempos diferentes para um mesmo evento. Para velocidades que encontramos na vida diária, “esse efeito é insignificante, mas quanto mais a velocidade relativa de um relógio se aproximar da velocidade da luz, mais lenta parecerá, comparada ao relógio de um observador” (WHITROW, 2005, p. 109). Podemos verificar uma ruptura com o caráter absoluto do tempo, passando a ser relativo ao movimento:

Vemos, assim, que não podemos atribuir significado *absoluto* ao conceito de simultaneidade; ao contrário, dois eventos que são simultâneos, quando observados a partir de um sistema de coordenadas particular, não podem mais ser assim considerados quando observados a partir de um sistema que está em movimento em relação àquele sistema (EINSTEIN, 2005, p. 150).

O tempo relativo é o fenômeno decorrente da TER que, de certa forma, mais repercutiu entre a sociedade, dada a concepção arraigada do absoluto que se associa ao sagrado, mexer com o tempo, equivale a mexer com o poder de vida e de morte. Atualmente, grande parte do mercado editorial de

divulgação científica¹⁵ reflete a inquietação dos cientistas quanto às consequências do caráter relativo do tempo, independente da posição desses cientistas divulgadores quanto aos postulados da relatividade especial – seja tentando comprovar ou discordar das ideias do físico alemão – a teoria de Einstein está presente com grande destaque nessas obras. Entretanto, o fato desses cientistas estarem escrevendo obras relacionadas ao tempo, pode ser decorrente da demanda das editoras em abordar o tema. Sendo que, na instância de produção dessas obras, observa-se a formação de um público leitor que, no mínimo, se interessa pela cultura difundida através da TER.

É válido ressaltar que a TER não foi um trabalho genial de um único “precursor”, esse tipo de afirmação já é superada dentro da historiografia contemporânea. Sobre outras contribuições, Roberto Martins (2005, p. 11) alega que “resultados importantes” da TER foram sendo obtidos por Henri Poincaré (1854 – 1912), Hendrik Lorentz (1853 – 1928) e outros pesquisadores antes de Einstein e que muitos físicos desconhecem esse fato.

O diferencial inicial do trabalho de Poincaré em relação ao de Einstein é a aceitação da presença do éter no vácuo. Para o francês, os elétrons seriam “buracos no éter” e “quanto menores fossem esses buracos”, maior seria a quantidade e a “inércia do éter” (POINCARÉ, 2008, p. 147).

Já Olivier Darrigol (2004, p. 615) sustenta que as teorias de Poincaré e Einstein possuem similaridades e diferenças e neste último caso verifica-se que alguns conceitos e deduções não encontram “contrapartes entre as teorias”, que resulta no fato de alguns “comentadores considerarem a teoria de Poincaré inconsistente”.

Outro cientista que contribui para a consolidação da TER, foi o lituano Hermann Minkowski (1864-1909), que em uma conferência intitulada “Espaço e

¹⁵ Vale neste caso citar as obras de divulgação científica escrita por cientistas como: “Uma breve história do tempo” de Stephen Hawking (1988); “O Enigma do Tempo: a revolução iniciada por Einstein” de Paul Davies (1999); “O Tecido do Cosmo” de Brian Greene (2005); “Mais Rápido do que a Velocidade da Luz” de João Magueijo (2003) e “A Máquina do Tempo: um olhar científico” de Mario Novello (2005).

Tempo” no 80º Congresso dos Naturalistas e Médicos Alemães na cidade de Colônia, em 21 de setembro de 1908, introduziu formalidades matemáticas quadridimensionais (MINKOWSKI, 2001, p. 95), que Einstein utilizaria na formulação da Teoria Geral da Relatividade, em 1915.

A Teoria da Relatividade não provocará debates apenas no âmbito da ciência: filósofos como os franceses Henri Bergson (1859 – 1942) e Gaston Bachelard (1884 – 1962), conforme relata André Martins (MARTINS, A., 2007, p. 93), debateriam sobre a subjetividade temporal através das definições da TER.

Para Bergson, existe uma diferença entre “tempo como medida” e “curso efetivo do tempo”, sendo que o primeiro é um “tempo abstrato e matematizado” e o segundo se relaciona ao que é “experimentado subjetivamente” (MARTINS, A., 2007, p. 92). O tempo matematizado é o tempo medido pela física, verificado nos ponteiros do relógio, portanto a “amalgama de espaço-tempo”, consequente da Teoria da Relatividade, seriam apenas “espacializações” geométricas, sendo “apenas uma medida do movimento no espaço” (BARRETO, 2009, p. 14). Por conta disso esse tempo físico perde seu caráter de devir, seu “processo contínuo de mudança”. Para Bergson o curso efetivo do tempo estaria relacionado à duração, mas a experiência dessa duração, implica na consciência, na memória (2006, p. 57), “a coisa e o estado não são mais do que instantâneos da transição artificialmente captados; e essa transição, a única que é naturalmente experimentada, é a própria duração” (BERGSON, 2006, p.51).

Bachelard observa na relatividade, “a destruição de uma duração absoluta e objetiva” e partindo desse princípio defende que “haja lacunas na duração” a “ideia de tempo único e contínuo seria imperfeita, pois os fenômenos temporais não ‘duram’ todos do mesmo modo” (MARTINS, A., 2007, p. 93). Ao contrapor o pensamento de Bergson, a epistemologia bachelardiana atribui aspectos de descontinuidade ao tempo.

É válido ressaltar ainda que, Bachelard atribui à Teoria da Relatividade, o que temos defendido neste trabalho, que seus conceitos causam um estranhamento ao senso comum:

Que belo exemplo o da fusão da matemática do espaço e do tempo! Tal união tem tudo contra si: a nossa imaginação, a nossa vida sensorial, as nossas representações; só vivemos o tempo esquecendo o espaço, só compreendemos o espaço suspendendo o curso do tempo. Mas o espaço-tempo tem por si sua própria álgebra. Está em relação total e em relação pura (BACHELARD, 2006, p. 38).

Para Bachelard (1978, p. 112), a TER surgiu a partir de um “desdobramento funcional das ideias simples”, dessa forma, a teoria “ataca” fenômenos que, numa primeira vista, parecem evidentes, que possuem “ideias primitivas”. Como exemplo, cita o caso da simultaneidade, que implicaria na “noção de tempo absoluto”, numa “medida única de tempo”, numa simultaneidade independente do sistema de referência, neste caso sua aparente “simplicidade” seria um “defeito de análise” (BACHELARD, 1980, p. 112).

Esse espanto inicial em relação aos fenômenos da natureza, em comparação ao que se observa no senso comum, não é exclusivo da ciência e da filosofia, observamos como as subjetividades de espaço, tempo e simultaneidade aparecem nas artes contemporâneas a Einstein.

O historiador da ciência Arthur I. Miller (2004, p. 484) defende que Einstein e o artista plástico Pablo Picasso (1881 – 1973) possuíam problemas semelhantes, no que tange à natureza do tempo e à simultaneidade, e resolveram esses problemas a partir da concepção de uma “nova estética”. Miller no caso ressaltava a proximidade em que Einstein publica seu artigo sobre a relatividade em 1905 e a exposição do quadro “Les Femmes d’Alger (O.J.)”.

O quadro de Picasso representa a imagem¹⁶ de cinco prostitutas, de forma que se observa a “violação da norma clássica da figura humana” representada nas pinturas (VARGISH; MOOK, 1999, p. 32). A estética da pintura remete ao primitivismo, sendo que a imagem das mulheres são inspiradas na cultura africana. Para Miller (2004, p. 486), o quadro representa o processo de “geometrização do espaço” que culminou com a “ascensão do cubismo”. Além disso, a ruptura com uma simultaneidade absoluta aparece na imagem de uma das personagens do quadro, que se encontra numa posição frontal e de costas ao mesmo tempo.

A desconstrução do espaço em Picasso pode ser representada no quadro “Violinos e Uvas”¹⁷, de 1912. Nesta obra, o artista desconstrói um violino, conforme descreve o historiador da arte Ernst Gombrich:

A abertura do tampo harmônico, por outro lado, é vista de frente – ela não seria visível de lado. A curva do rebordo está muito exagerada, pois somos passíveis de superestimar o declive de tais curvas quando pensamos na sensação que nos dá correr a mão ao longo dos flancos do instrumento. O arco e as cordas flutuam algures no espaço: as cordas até ocorrem duas vezes, uma vez relacionada com a vista frontal, outra na direção da voluta (GOMBRICH, 2000, p. 415).

Para Shlain (2007, p. 192), os aspectos espaciais do cubismo irão dialogar com a Teoria da Relatividade no sentido de que o que está “explícito” nos postulados da TER, estaria implícito no cubismo, pois a “pintura cubista todos os pontos de referências são relativos uns aos outro”. Entendemos que esta afirmação tem que ser entendida com cautela, para não cairmos na convenção adotada no senso comum de que “tudo é relativo”. Todavia, tal relação permite uma interpretação da natureza do espaço na arte e na ciência.

O início do século XX também é marcado pela consolidação da obra cinematográfica que, de certa forma, possibilita novos questionamentos de

¹⁶ Imagem 5

¹⁷ Imagem 6

espaço e tempo. Afinal, o filme, em sua forma tradicional, nada mais é do que instantes descontínuos num espaço, que numa velocidade constante de vinte e quatro quadros por segundo, possibilita ao espectador a ilusão de movimento. Essa subjetividade de ilusão do movimento aparece nas artes plásticas como é o caso da obra “Nu descendo a escada”¹⁸ do francês Marcel Duchamp, de 1912 (1887 – 1968).

A pintura de Duchamp retrata a superposição de imagens de uma pessoa nua descendo uma escada. A influência do cinema é nítida nessa pintura, sendo que retrata instantes descontínuos, discretos e sobrepostos do movimento de uma pessoa, ao que o autor da obra, segundo afirmação de Schlain (2007, p. 210), descreve como “uma expressão do tempo e do espaço através da representação abstrata do movimento”.

Devemos notar ainda que o próprio cinema, apesar de jovem, rompe com a noção de espaço, tempo e simultaneidade, a partir do momento em que o cineasta estadunidense D. W. Griffith (1875 – 1948) começa a utilizar o recurso do corte, da mudança de plano – ou referencial na linguagem da física – e do recurso do *close*. Para o historiador do cinema Tom Gunning (1993, p. 26) a temporalidade que Griffith irá introduzir na sétima arte, é comparável ao que o francês Marcel Proust irá fazer na literatura:

As montagens paralelas do filme de Griffith marcaram relações espaciais e temporais de forma concreta, em contraste com a temporalidade ambígua do cinema até então. No entanto, o sistema de narração estabelece uma marcação temporal que, sem sobra de dúvida, converge simultaneidades contínuas, dentro de uma variedade de relações espaciais (GUNNING, 1994, p. 26).

Na literatura, o francês Marcel Proust (1871 – 1927) iniciará a publicação de “Em busca do tempo perdido”, ao que Vargish e Mook (1999 – 1931) consideram como uma “das maiores explorações da geometria do tempo na ficção moderna”. Na obra, simultaneidade não-linear dinamiza a narrativa do

¹⁸ Imagem 7

herói, por meio de uma temporalidade permeada pela memória involuntária da personagem.

E ainda mais reais se tornaram para mim quando meu pai, ao dizer-nos: “Em suma, podem ficar em Veneza de 20 a 29 de abril e chegar a Florença na manhã de Páscoa”, fê-las sair a ambas, não só do Espaço abstrato, mas desse tempo imaginário onde situamos não uma única viagem de cada vez, mas outras simultâneas e sem grande emoção, por serem apenas possíveis – esse Tempo que tão bem se refabrica que o podemos passar numa cidade depois de ter passado em outra – e consagrou a elas esse dias particulares que são o significado de autenticidade dos objetos nos quais empregamos, pois esses dias únicos se gastam com o uso, já não podemos vivê-los aqui depois de os ter vivido acolá (PROUST, 2007, p. 468).

Na obra proustiana, conforme sugere Poulet (1992, p. 41), a simultaneidade gerada no “tempo sensível” do personagem, se dá por um “princípio de descontinuidade” de espaço e tempo. Há de se notar que em sua obra, Proust utiliza o tempo como uma quarta dimensão, conceito já utilizado anteriormente por H.G. Wells:

... tudo aquilo que fazia da igreja, para mim, alguma coisa de inteiramente diverso do resto da cidade: um edifício que ocupava, por assim dizer, um espaço de quatro dimensões - a quarta era a do Tempo – e impelia através dos séculos sua nave que, de abóboda em abóboda, de capela em capela, parecia vencer e transpor não simplesmente alguns metros, mas épocas sucessivas de onde saía triunfante (PROUST, 2007, p. 90).

O fato de utilizar a quarta dimensão como tempo na literatura não era novidade, porém Proust utilizará uma temporalidade em que diversos aspectos de espaço e tempo serão representados de forma não-linear.

Em 1922, Camille Vettard publicou o artigo “Correspondance: Proust et Einstein”, na “Nouvelle Revue Française”, no qual propõe que a obra de Proust “além de ser uma obra de arte, apresenta ao mesmo tempo característica de uma obra científica” e afirma ainda que, tanto “Proust quanto Einstein, possuem intuição, conhecimento e uma visão sensata das leis naturais” (VETTARD, 1922, p. 247). Segundo Nicola Luckhurst (2000, p. 50), essa comparação, pode ser suficientemente generalizada para justificar o uso da ciência na obra de Proust.

Sobre esse artigo, o escritor francês, manifesta-se ao seu editor Gaston Gallimard:

Não preciso lhe dizer como fiquei feliz – e sou-lhe grato pelo artigo de Vettard. Ele me lisonjeia demais, aliás, sem me conhecer, para que eu possa dizer que acho seu artigo justo. Quem sou eu ao lado de Einstein! Mas posso dizer, pelo menos, que o artigo era pensado de modo tão fino quanto bem escrito, e não é um mérito modesto quando se trata de semelhante assunto. Comparam-se dois valores (o meu muito pequeno) incomensuráveis e de natureza tão diferente que o menor ponto de contato parece impossível de encontrar. Escrever diversas páginas, e tão excelentes, a esse respeito é um verdadeiro desafio (PROUST, 1993, p. 534-535).

Essa manifestação de Proust quanto à comparação com o trabalho de Einstein, reforça o quanto a Teoria da Relatividade esteve presente no início do século XX, tanto na cultura científica quanto nos eixos acadêmicos inerentes à arte.

Para Vargish e Mook (1999, p. 31) um dos aspectos do modernismo na literatura, é a “percepção individual do tempo”, sendo assim da mesma forma que o tempo adquire uma “multiplicidade” em Proust, encontramos uma nova concepção temporal em *Dublinenses*, publicado em 1914 pelo escritor irlandês James Joyce (1882-1941). Não que Joyce utilize a concepção de tempo relativo, e sim porque em suas narrativas na cidade de Dublin, cada personagem possui um “tempo afetivo”, inspirado na ruptura com a hipótese de tempo absoluto. Os pesquisadores ressaltam ainda que o Cubismo nas Artes

Plásticas, o Modernismo na Literatura a Teoria da Relatividade na Física, propõem novos valores culturais no início do século XX:

Essas três culturas avançadas são contemporâneas, possuindo uma distância conceitual entre si que cruzam fronteiras, se desenvolvendo rapidamente e ocasionando uma “revolução” em suas respectivas áreas. [...] E o mais importante esses valores culturais são epistemologicamente sinérgicas: a Relatividade é uma teoria de medição do espaço e do tempo; o Cubismo revolucionou o tratamento da representação espacial e visual e a ficção modernista explora com notável concentração as possibilidades de uma nova temporalidade na narrativa (VARGISH; MOOK, 1999, p. 92).

Outro escritor que romperia com o absolutismo na narrativa e utilizaria outras temporalidades em sua escrita é o escritor argentino Jorge Luís Borges (1899-1986). Em seu conto “O jardim das veredas que se bifurcam”, o autor tece uma narrativa com múltiplos tempos, dialogando, além da Teoria da Relatividade, com a interpretação de universos múltiplos da Mecânica Quântica:

O jardim de veredas que se bifurcam é uma imagem incompleta, mas não falsa, do universo tal como Ts'ui Pên o concebia. Diferentemente de Newton e de Schopenhauer, seu antepassado não acreditava num tempo uniforme, absoluto. Acreditava em infinitas séries de tempos, numa rede crescente e vertiginosa de tempos divergentes e paralelos. Essa trama de tempos que se aproximam, bifurcam, se cortam ou que secularmente se ignoram, abrange *todas* as possibilidades (BORGES, 2009, p. 92).

Segundo Italo Calvino (2006, p. 252), este conto privilegia diversas hipóteses temporais, no início do conto verifica-se um “tempo pontual, como um presente subjetivo absoluto”, que se transforma em seguida na “ideia de um tempo determinado pela vontade” em que o futuro e o passado são apresentados como irrevogáveis e finalmente o “tempo plural”, em que o

presente se ramifica em dois futuros formando a rede de possibilidades explicitadas por Borges.

Podemos ressaltar ainda, o destaque que Borges dá à ruptura com o tempo de Newton e Schopenhauer, indicando quais são seus possíveis referenciais temporais. Para Alan Lightman (2000, p. 174), este conto utiliza a influência da teoria da relatividade de “forma oblíqua” e demonstra como a TER entrou na “consciência” do escritor.

Sobre os produtos culturais que dialogaram de forma mais explícita com a teoria da relatividade, podemos destacar também a ópera *Einstein on the beach*, que estreou na França em 1976.

Escrita pelo músico Philip Glass e dirigida pelo encenador Robert Wilson utiliza cenários típicos do imaginário presente na teoria da relatividade com trens e naves espaciais, para explorar o que nos aponta Owens (1977, p. 32) o “Einstein pensado”, caracterizado pelos seus trabalhos na ciência e o “Einstein sonhador”, que pondera sobre a sociedade e a arte. Sobre este trabalho Philip Glass afirma:

Eu acredito que Einstein parecia uma escolha de tema apropriada porque o tipo de trabalho que estávamos desenvolvendo era bastante radical. Estávamos vivendo num mundo pós-Newtoniano, que precisava das novas ferramentas de Einstein para ser explicado, e esta era uma ópera pós-moderna (GLASS, 2005, p. 154).

O compositor estabelece nesse trabalho, conforme nos aponta Galizia (2005, p. 44) três imagens associadas à música: um trem, um julgamento e uma nave espacial:

Estas são as divisões temáticas gerais da “ópera”, como Wilson a chama. A imagem do trem relaciona ao trens de brinquedo com os quais Einstein se divertia quando criança, e que utilizou mais tarde como analogias para ilustrar sua teoria da relatividade; a imagem do segundo relaciona-se à ameaça da catástrofe atômica que poderia desencadear-se com suas descobertas; e a imagem da nave espacial indica o potencial

de liberação e transcendência humanas possibilitado pela ciência moderna (GALIZIA, 2005, p. 44).

Podemos identificar na obra de Glass e Wilson a transposição dos conceitos e fenômenos relativísticos na teatralidade e na música junto a uma reflexão sobre o processo criativo e imaginário na natureza da ciência, algo semelhante que encontraremos na obra *Sonhos de Einstein*, que analisaremos adiante.

2.3 – A Ciência e a Literatura como formas de pensar a natureza do espaço e do tempo.

As diferentes posições na ciência, na filosofia e na arte dialogam no sentido de estabelecer reflexões críticas sobre a natureza do espaço e do tempo. E essas reflexões pontuam sobre a incerteza do homem, sobre sua finitude em relação ao tempo. Por conta disso, acreditamos que a Teoria da Relatividade vai além do conhecimento físico, ela seduz, possui certo mistério, gera um estranhamento.

O sociólogo da ciência Bruno Latour (1988, p.7) corrobora com essa hipótese, afirmando que Einstein é o “enunciador” de uma nova “delegação de espaço e tempo” e que a Teoria da Relatividade possibilita refletir sobre a sociedade. Para isto Latour afirma que “reformulação de espaço e tempo” fornecida pelo físico alemão pode ser “considerada revolucionária” e evidencia uma visão afastada do “senso comum” e privilegia o “completamente abstrato” (LATOUR, 1988, p. 4).

Ao refletirmos como essa Teoria se instaurou no imaginário coletivo, percebemos que os produtos decorrentes da indústria cultural e exibidos nos veículos de comunicação de massa, não possibilitam o principal, que é possibilitar experienciar essa subjetividade proporcionada pela TER.

No caso do processo de ensino-aprendizagem, sabemos que levar esses produtos culturais em sala de aula pode aproximar os conceitos à realidade do estudante. No entanto, sabemos que os produtos da cultura de massa, ao mesmo tempo são de fácil acesso aos educandos, seu uso de forma acrítica não fornece subsídios para o estudante refletir sobre a visão de mundo

da ciência e do cientista e sobre a forma de como se relacionam com a sociedade. Já a literatura, conforme verificamos no seu percurso histórico e nos seu diálogo com a ciência e filosofia permite esse tipo de reflexão. Portanto acreditamos que a utilização da obra literária para o ensino de TER é uma forma de permitir que os estudantes reflitam, ou se aproximem de forma metafórica, sobre a natureza do espaço e do tempo.

É importante ressaltar que as três obras cujo uso defendemos em sala de aula, foram publicadas em condições de produção que podem se caracterizar como produtos da cultura de massa. Portanto, mesmo possuindo esse apelo dos produtos da indústria cultural, sendo romances de ficção, possibilitam essa subjetividade complementar à TER para pensar a natureza do conhecimento.

O pedagogo francês Georges Snyders, em sua obra “A Alegria na Escola”, afirma que o espaço escolar é um ambiente onde a “cultura primeira” trazida pelo estudante – sendo esta decorrente de sua “experiência direta da vida” (SNYDERS, 1988, p. 23) ou a partir da recepção dos produtos da cultura de massa (SNYDERS, 1988, p. 30) – deve ser incorporada ao processo educacional, no sentido que traz a satisfação ao educando (SNYDERS, 1988, p. 36). Entretanto, Snyders reafirma a presença da “cultura elaborada”, que visa “abrir o mundo”, que é dirigida a todos, que pode ser verificada nas grandes obras de arte, no conhecimento científico e escolar (CARVALHO, p. 164, 1999):

A alegria da cultura elaborada é a alegria de ampliar minhas aquisições sem as trair: adquirir uma visão junto dos problemas e das tarefas; fazer aparecer elos entre o que vejo, o que penso viver – e os acontecimentos que atravessam o mundo. E assim, apreendo mais dados e os apreendo com mais acuidade, pois eles iluminam-se uns pelos outros. E ao mesmo tempo, sou preocupado por mais, participo mais, é assim que posso esperar compreender meu lugar, encontrar e tomar meu lugar (SNYDERS, 1988, p. 51).

Ao refletirmos sobre a possibilidade de integrar, conforme nos aponta Snyders, a cultura primeira do estudante – evidenciada pelo seu senso comum e suas concepções derivadas da cultura de massa – com a cultura elaborada – que permite ampliar a visão de mundo do estudante, representada pela arte, ciência e filosofia – encontramos no romance, um meio de juntar a cultura enraizada na subjetividade do estudante com as reflexões, de certo modo, intrigantes, estranhas e fantasiosas da TER, permitindo então a manifestação da natureza do conhecimento.

Por conta de nossa opção de cunho epistemológico em utilizar o romance, o próximo capítulo propõe refletir sobre construção de um espaço de leitura nas aulas de Física.

3 - Por que construir um espaço de leitura do romance nas aulas de Física?

A utilização da sala de aula como um lugar de leitura, possibilita na escola a construção de um espaço dialógico, propiciando ao educando a expressão de seu pensamento crítico e de suas ideias provenientes do imaginário. Desta forma entendemos que a obra literária pode ser um meio para a concretização desse espaço no ambiente escolar.

Neste capítulo pretendemos discutir acerca da utilização do romance em sala de aula. Para isso iremos refletir sobre aspectos epistemológicos que norteiam o processo de leitura e refletir historicamente sobre a consolidação do romance como um gênero literário. Além disso, refletir sobre o processo de leitura do romance em sala de aula e seus estudos para o ensino de ciências.

3.1 – A literatura como um direito

O estudante está exposto a diversos multimeios que lhe permitem a leitura. Os sítios na internet, dispostos na forma de rede sociais, blogs, microblog e chats são meios pelos quais nossos alunos exercitam a escrita e a leitura no ambiente virtual.

Isso não significa que os estudantes tenham abandonado a leitura em papel de obras literárias, histórias em quadrinhos, revistas de informação, jornais e publicações de entretenimento. Pelo contrário, por conta da facilidade de acesso aos computadores, os alunos leem, de certa forma, mais do que alguns anos atrás, porém isso não significa que as suas leituras estejam contribuindo para a sua formação como cidadão. É nesse ponto de vista que esta pesquisa se encaixa, é levar obras literárias que possibilitem o fenômeno que Snyders (2001, p. 131) denomina de “chamar à vida a beleza de um texto”, e complementamos ainda que essa beleza que buscamos é de natureza científica. Por conta disso, nos remetendo a Antonio Candido, acreditamos que devemos propiciar aos estudantes, o direito à literatura.

Para Antonio Candido, a literatura é um fator indispensável na “humanização do homem” e reflete as aspirações das “crenças, sentimentos, impulsos e normas” de uma sociedade, sendo um instrumento de instrução e educação (CANDIDO, 1995, p. 243). Além disso:

Os valores que a sociedade preconiza, ou os que considera prejudiciais, estão presentes nas diversas manifestações da ficção, da poesia e da ação dramática. A literatura confirma e nega, propõe e denuncia, apoia e combate, fornecendo a possibilidade de vivermos dialeticamente os problemas (CANDIDO, 1995, p. 243).

O acesso do estudante à literatura potencializa sua formação cultural e crítica. Nesse caso, o leitor-estudante identifica-se na personagem, construindo o que Antonio Candido (1995, p. 55) chama de “sentimento de verdade e verossimilhança” refletindo sobre a realidade que o afeta. Esse “poder humanizador” possibilita que a estrutura da obra literária transcenda o “caráter de coisa organizada” e torna-se um fator que deixa o leitor mais capaz de “ordenar a própria mente e sentimentos” e conseqüentemente, mais capaz de “organizar a visão de mundo” (CANDIDO, 1995, p. 145).

A edificação de saberes é possibilitada pelo papel crítico e humanizador da literatura. Dessa forma, a construção do conhecimento em sala de aula norteada pela leitura favorece ao estudante a construção de um espaço para o exercício do que Paulo Freire denomina de “curiosidade epistemológica”, que possibilita ao estudante utilizar sua capacidade crítica para “se distanciar, observar e cercar” o objeto de estudo e dessa forma fazer comparações que lhe permitam o questionamento e a pergunta (FREIRE, 1996, p. 85).

Podemos nos remeter ainda a Freire os aspectos de que uma leitura precede uma “leitura de mundo” e que:

De alguma maneira, porém, podemos ir mais longe e dizer que a leitura da palavra não é apenas precedida pela leitura de mundo mas por uma certa forma de “escrevê-lo” ou de

“reescrevê-lo”, quer dizer, de transformá-lo através da prática consciente (FREIRE, 2001, p.20).

Portanto, o estudante de educação básica ter acesso à leitura de obras literárias no espaço escolar possibilita a ele uma própria releitura de seu mundo. A “leitura de mundo” freireana neste caso, nos permite interpretar que a leitura do romance do estudante em sala de aula, mesmo quando é realizada pela primeira vez pelo educando, é uma releitura, tendo em vista que seu cotidiano e suas percepções influenciam a interpretação da obra literária.

3.2 – A leitura em sala de aula

A leitura de uma obra literária em sala de aula encontra algumas dificuldades pelo professor a quais podemos destacar: a falta de hábito de leitura e os diferentes níveis de letramento entre os estudantes. Neste caso, a obra a ser escolhida pelo educador deve possuir algo que construa um sentido de identificação com o educando e possua uma linguagem acessível aos estudantes.

Para Georges Snyders (2001, p. 136), a literatura é, assim como a própria escola, “diferente da vida”, sendo possível sua “transposição” através de um “distanciamento em relação aos acontecimentos vividos”. Por conta disso, de forma gradual, o professor pode possibilitar o acesso dos estudantes a obras clássicas da literatura. Isso se contextualiza com duas premissas: para que “as formas eruditas de cultura” não se restrinjam a uma minoria (CANDIDO, 1995, p. 262) e que os horizontes dos estudantes sejam abertos através de uma “cultura elaborada” (SNYDERS, 1988, p. 51).

Sobre as dificuldades de implantação de um espaço de leitura na sala de aula, Geraldi (1988, p. 82) afirma que apesar da escola ser um dos “locais privilegiados para o acesso à leitura”, tendo por obrigação formar leitores, não existem “condições sociais de leitura”. Neste caso refere-se às questões socioeconômicas que norteiam a educação e o professor, este último estaria “concretamente afastado do livro e das bibliotecas por condições de trabalho e salário”. Apesar dessas dificuldades, o linguista ressalta que:

E entre formar "lectores" e formar "lectores-auctores", insinua-se na sala de aula (perigosamente) uma outra concepção de leitura, não mais um ato solitário, muito menos um ato de repetição do já dito. Mas um ato de produção, que leva em conta "todos os nossos conhecimentos anteriores da língua e nossa experiência de vida". Onde "cada leitura é nova escrita de um texto". O ato da criação não estaria, assim, na escrita, mas na leitura, o verdadeiro produtor não seria o autor, mas o leitor (GERALDI, 1988, p. 84).

Portanto, mesmo em suas condições sociais desfavoráveis, o professor pode realizar um trabalho de leitura que contemple a vivência e as experiências dos educandos, construindo assim um ambiente de criação em sala de aula pelo aluno-leitor. Sobre esse aspecto, Ramos *et al.*, (2008, p. 6) afirmam que além do cotidiano do estudante é necessário que o docente resgate a opinião dos estudantes, para que esse se sinta "inserido no texto" e complementam:

Mediar a apropriação do texto literário pelo aluno significa, portanto, ajudá-lo a reconhecer as especificidades desse texto e a atribuir-lhes sentido. Portanto, o professor mediador auxiliaria o estudante (leitor iniciante) a recuperar e a significar o texto através do estudo de recursos expressivos da língua e de estratégias composicionais do texto, associados à percepção de mundo do leitor (RAMOS *et al.*, 2008, p. 9).

Essa mediação do docente para resgatar o sentido de empatia do aluno ao texto literário se estende principalmente ao romance, pois nesse gênero a construção da narrativa possui um caráter "plurilinguístico, pluriestilístico e plurivocal" (FIORIN, 2009, p. 115) e ao mediar a leitura do educando, o docente possibilita a recuperação e a significação do texto pelo educando.

Segundo Rildo Cosson (2006, p.120) a leitura em sala de aula está além da "experiência estética", dessa forma é preciso resgatar um "aprendizado crítico da leitura literária" para que o aluno questione os valores culturais expressos no texto e elabore seus sentidos de forma que ocorra a expansão de seus sentidos de leitura.

3.3 – A leitura e o romance no ensino de ciências

Como verificamos no início desta dissertação, o trabalho interdisciplinar entre a Ciência e a Literatura e suas aplicações imediatas no Ensino de Ciências possui diversos defensores.

Na área de ensino de Física, Silva e Almeida (1998, p. 134) argumentam que o espaço de leitura pode ser realizado através dos livros didáticos e aos que eles denominam de “textos alternativos”, em que se enquadrariam os romances, poesias, textos de divulgação científica e textos jornalísticos e complementam:

Contrastando com os textos alternativos, os livros didáticos de modo geral possuem duas características: são de uso exclusivo na escola, o que de certa forma os desincumbe de serem atraentes, interessantes e automotivantes para os leitores, tanto no que diz respeito à linguagem e forma de apresentação, como quanto ao próprio conteúdo; são textos que utilizam muito pouco a linguagem comum, enfatizando quase exclusivamente a linguagem formal e a metalinguagem, no uso excessivo de definições e fórmulas (SILVA; AMEIDA, 1998; p.134-135).

Apesar da afirmação dos pesquisadores possuir quase 15 anos, verifica-se que, conforme afirmamos no início desta dissertação, a realidade dos livros didáticos não sofreu mudanças significativas, portanto a constatação de um formalismo excessivo junto a um conteúdo alheio às inovações curriculares e discursivas, ainda permanece.

No caso de nosso problema de pesquisa, a utilização de texto alternativo em relação aos livros didáticos se faz mais do que necessária, pois conforme verificamos no início do trabalho, poucos livros didáticos contemplam a TER, e quando o fazem, desconsideram qualquer aspecto inerente ao valor cultural da teoria. Além disso, temos verificado que a construção de um espaço de leitura na escola não é um espaço exclusivo das aulas de linguagens e que tal hipótese pode ser estendida às aulas de física, conforme defende Ezequiel

Theodoro da Silva (1998, p. 123) “todo professor, independente da disciplina que ensina, é um professor de leitura”.

O ensino de Física numa perspectiva cultural possui como obra fundamental a tese de João Zanetic, defendida em 1990 na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, *Física também é cultura*. Para Zanetic:

A física também é cultura. A física também tem seu romance intrincado e misterioso. Isto não significa a substituição da física escolar "formulista" por uma física "romanceada". O que desejo é fornecer substância cultural para esses cálculos, para que essas fórmulas ganhem realidade científica e que se compreenda a interligação da física com a vida intelectual e social em geral (ZANETIC, 1990, p. 8).

Esse caráter cultural evidenciado pela física, conforme nos aponta Zanetic, encontra-se na reflexão sobre a construção do conhecimento em física junto à filosofia, à história da ciência, às artes e à sociedade. Essa hipótese norteou diversos trabalhos na interface física e cultura do pesquisador como observaremos no decorrer deste capítulo.

Para Carvalho e Zanetic (2004, p.3) a leitura de textos ficcionais e paradidáticos amplia os “sentidos dos estudantes” para a construção dos conceitos de física moderna estabelecendo relações entre “ciência e arte”, “razão e imaginação”. Em outro trabalho Deyllot e Zanetic (2004, p. 10) argumentam que a “construção de pontes” entre essas duas culturas, pode ocorrer inclusive na produção textual.

Acreditamos que essa construção de pontes é o que possibilita o diálogo amplo, crítico e reflexivo que temos defendido sobre a utilização do romance. Por conta de sua possibilidade de imersão no texto, podemos dizer que no caso da TER é obrigatório, o enaltecimento do imaginário nas aulas de física, entrando em sintonia com a afirmação de que “a imaginação criadora e a fantasia não são exclusividades das aulas de literatura” (SILVA, 1998, p. 125).

Sobre qual obra literária utilizar nas aulas de ciências, Zanetic propõe a seguinte reflexão:

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, 2006b, p.41).

No caso de nossa pesquisa, a afirmação de Zanetic se configura como um alicerce à nossa posição epistemológica, tendo em vista que os romances que propomos a utilização no ensino de TER, foram escritos por físicos.

Quanto à utilização do romance no ensino de ciências, verificamos trabalhos como o de Giraldelli e Almeida (2008) que utiliza a literatura infanto-juvenil, para evidenciar as consequências das ações humanas no ambiente. Nesse sentido, as autoras defendem que a leitura desses textos possibilitou aos estudantes “reflexões de natureza ecológica no sentido de conhecer e julgar a própria realidade” (GIRALDELLI; ALMEIDA, 2008).

A ficção científica é outro gênero que tem sido discutido no ensino de ciências, seja através de romances ou contos. Para Piassi e Pietrocola (2009), esse tipo de gênero deve ser utilizado de forma que privilegie menos os erros conceituais, pois os textos de ficção científica “destrinçam experiências culturais a partir das ideias científicas e colocam-nas sob a perspectiva das questões humanas a elas adjacentes” (PIASSI; PIETROCOLA, 2009, p. 527).

Quanto à utilização do romance em sala de aula, Piassi (2007) nos aponta o fato desse tipo de obra literária ser mais extenso, proporciona um melhor desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem:

Mas é justamente o fato de ser uma narrativa mais longa e detalhada que encontramos no romance algumas possibilidades insubstituíveis. O retardamento da ação, os vários momentos de tensão, as descrições detalhadas, as

várias tramas paralelas, em geral permitem uma variedade muito maior das possibilidades de se explorar aspectos que tanto no conto quanto no filme permanecem necessariamente em um nível superficial. É nessa conexão de múltiplos temas aliada ao aprofundamento de cada um deles que encontramos elementos dos mais interessantes do ponto de vista didático (PIASSI, 2007, p. 365).

Apesar de estar se referindo ao romance de ficção científica, tais características podem ser estendidas aos outros tipos de romances. No caso específico de nosso trabalho, acreditamos que tal profundidade e possibilidade de exploração em nível didático ratifica a utilização do romance, seja de ficção didática, biográfico, memorial ou o romance de ficção em sua forma mais tradicional.

Acreditamos que cada gênero de romance possibilita ao leitor diferentes experiências de leitura, por conta observamos as seguintes características quanto aos romances que propomos a utilização: o romance “Sonhos de Einstein” cria diferentes posições epistemológicas do narrador em relação ao mundo. Essas posições permitem ao estudante refletir sobre a forma que o conhecimento pode gerar diferentes subjetividades perante a natureza.

O romance de ficção científica “Tau Zero” permite que o leitor reflita sobre a interação entre sociedade e a evolução da ciência. Assim o estudante adquire uma posição crítica sobre a forma de como as revoluções científicas e tecnológicas implicam em mudanças na sociedade.

Já o romance de ficção de divulgação científica “O tempo e o espaço do tio Albert” oferece na narrativa uma posição ideológica perante o conhecimento, inferindo sobre o que é a ciência, de que forma ela pode ser vivenciada fora do ambiente, algumas vezes opressivo, escolar.

É válido ressaltar que apesar de cada gênero possuir características individuais quanto ao seu plano de conteúdo e a sua instância de produção, é válido estabelecer um critério de análise comum a todas as obras, é nesse âmbito que inicia o próximo capítulo deste trabalho.

4 – O discurso e a estrutura textual: Uma metodologia de análise

Ao levar um texto em sala de aula, devemos estabelecer os parâmetros que poderão ser verificados com a leitura. Dessa forma acreditamos que a inserção do romance em sala de aula demanda uma análise textual que possibilite uma interação reflexiva entre o texto (o romance), o leitor (estudante) e o seu mediador (professor). Sobre esse processo de interação Silva e Almeida argumentam:

O funcionamento de textos em sala de aula precisa ser compreendido no âmbito das interações professor-aluno, posto que estão em jogo concepções e representações de ciência, de leitura e de ensino, além de expectativas mútuas que condicionam as ações dos sujeitos no contexto dos processos de ensino (SILVA, ALMEIDA, 1998, p. 135).

Um dos problemas que Avraamidou e Osborne (2009, p. 1704) levantam quando se trata de levar narrativas para as aulas de ciências, é se essas obras não fariam uma “imagem simplista” sobre os conceitos científicos e as suas consequências. Temos defendido neste trabalho que a obra literária não apenas abrange os conceitos, como produz subjetividades que vão além dos conceitos, que revelam junto à natureza da ciência, o conhecimento em sua amplitude epistemológica e social. Entretanto, se a obra literária for levada de uma forma rasa, sem um devido amparo metodológico, julgamos que surgirão problemas como os pesquisadores indicaram.

Por conta da necessidade de uma metodologia de análise que contribuísse para que a interação entre o texto e o sujeito possibilitasse as subjetividades que temos defendido, recorreremos aos referenciais da Linguagem e da Linguística. Acreditamos que esses referenciais possibilitam estabelecer um sentido à produção de leitura, assim como na construção de um espaço dialógico e polifônico em sala de aula.

Temos identificado diversos trabalhos que utilizam de referenciais da Linguagem e da Linguística no Ensino de Ciências. Dentre os quais podemos destacar a Análise de Discurso e a Semiótica.

A Análise de Discurso, conforme afirmação de Maingueneau (2008, pág. 153) sugere uma prática interdisciplinar que integra a “natureza da linguagem e da comunicação humana” com a sua “dimensão cognitiva”, inscrita em atividades sociais. No sentido social do discurso podemos também estabelecer as condições em que ele foi produzido, ao que Pêcheux (1997, p.63) questiona: “O que quer dizer esse texto?”; “Que significação contém esse texto?”; “Em que o sentido desse texto difere do outro?”. Além das condições de produção e da dimensão social do texto, a Análise de Discurso possibilita investigar o aspecto ideológico do texto, o que nos leva a Bakhtin que verifica no discurso um significado ideológico além do texto (BAKHTIN; VOLOCHÍNOV, 2006, p. 31).

Na área de Ensino de Ciências podemos verificar trabalhos que utilizam a Análise do Discurso para identificar os gêneros de discurso presentes nos livros didáticos (BRAGA e MORTIMER, 2003) e os trabalhos de Maria José P. M. de Almeida que identificam as condições de produção textual nas aulas de leitura em ciências (SILVA; ALMEIDA, 1998) e (ALMEIDA; SILVA; MACHADO, 2001). A Análise de discurso se configura como um referencial que permite identificar os aspectos externos ao texto, no sentido ideológico, social, intertextual e interdisciplinar.

A Semiótica, conforme denominação de Greimas e Courtês (2008, pág. 448) é um “sistema de significação” que atua como um conjunto signifiante que possui uma “articulação interna autônoma”. Para a análise textual, Diana Barros afirma que a semiótica estuda os “procedimentos da organização textual” que examina em primeiro lugar o “plano de conteúdo do texto” (BARROS, 2008, p. 8). O plano do conteúdo elucidado por Barros se relaciona com os fatores internos ao texto, indo nesse mesmo sentido, José Luiz Fiorin argumenta que a semiótica proporciona um “simulacro metodológico das abstrações que o leitor faz ao ler um texto” (FIORIN, 2008, p. 18).

Temos identificado alguns trabalhos que utilizam a semiótica de Greimas: como ferramenta de análise do discurso científico (LATOUR, 1988); como meio de promover à “acessibilidade da ciência através de divulgação científica” (LOWREY; VENKATESAN, 2008, p. 253); como referencial no

processo de ensino-aprendizagem (PIKKARAINEN, 2010); como instrumento de análise em livros didáticos (PIASSI *et al.*, 2009); e para analisar o discurso de professores em cursos de formação continuada (SANTOS *et al.*, 2010). Dessa forma acreditamos que o instrumental fornecido pela análise semiótica greimasiana favorece a interpretação do texto do romance assim como dos próprios objetos de valores inerentes à TER.

Entretanto, evidenciamos que a leitura de obra literária no processo de interdisciplinaridade, necessita que a leitura dialogue com as diferentes instâncias da sociedade. Por conta da necessidade desse dialogismo, verificamos que a Análise de Discurso possibilitaria essa análise externa ao texto. Sendo assim, tomamos como referencial estrutural interno ao texto, a semiótica *greimasiana* e como referencial discursivo externo ao texto a análise de discurso *bakhtiniana*.

4.1 – A análise de gênero de discurso de Mikhail Bakhtin

O trabalho de Mikhail Bakhtin se inscreve na história da literatura, na teoria literária, na estética e na filosofia. Para este trabalho utilizaremos como referência as obras “Marxismo e filosofia da linguagem” (2006), publicada originalmente em 1929, em que o autor realiza um estudo sobre as formas de discurso e “Estética da Criação Verbal” (2003), publicado postumamente em 1979, onde ocorre a problematização e definição dos gêneros discursivos.

A teoria *bakhtiniana* considera a enunciação como um fenômeno coletivo e não individual, que parte de uma relação social estabelecida de forma dialógica entre o emissor e o receptor da palavra, “retratando as diferentes formas de significar a realidade, segundo vozes e pontos de vista daqueles que a empregam” (BRANDÃO, 2004, p. 7).

A análise de gênero discurso proposta por Bakhtin identifica no romance e na produção científica um gênero ideológico, que possibilita assim a reflexão sobre aspectos externos ao texto. Para Bakhtin e Volochínov:

Um produto ideológico faz parte de uma realidade (natural ou social) como todo corpo físico, instrumento de produção ou produto de consumo; mas, ao contrário, ele reflete e refrata uma outra realidade que lhe é exterior. Tudo que é ideológico possui um significado e remete a algo situado fora de si mesmo (BAKHTIN; VOLOCHÍNOV, 2006, p. 31).

No caso do romance, a narrativa reflete as posições ideológicas do autor perante as condições sociais, políticas e econômicas em que a obra foi escrita. Sobre esse diálogo do romance com a sociedade, Miedviédiev e Bakhtin, afirmam:

A estrutura literária, como qualquer outra estrutura ideológica, refrata a realidade socioeconômica que a gera, mas a faz de seu modo. Ao mesmo tempo, porém, em seu “conteúdo”, a literatura reflete e refrata as reflexões e refrações de outras esferas ideológicas (ética, epistemologia, doutrinas políticas, religião etc) (MIEDVIÉDIEV; BAKHTIN; apud LOPES, 1999).

Para Bakhtin os gêneros de discurso podem ser divididos em primários e secundários. Os gêneros primários se formam em “condições de comunicação direta discursiva” (BAKHTIN, 2003, p. 263), permeando a comunicação oral, as cartas e podendo ser estendidas aos dias atuais às “comunicações eletrônicas atuais como e-mail e chat” (ELICHIRIGOITY, 2008, p. 191). No caso dos gêneros discursivos secundários, Bakhtin estabelece que seus surgimentos estejam inseridos num convívio cultural complexo relativamente mais desenvolvido e organizado, podendo ser encontrado em “romances, dramas, pesquisas científicas, gêneros publicísticos, etc” (BAKHTIN, 2003. p. 263).

Apesar dessa distinção, é possível uma inter-relação entre esses gêneros, a reprodução de um diálogo ou de uma carta num romance, por exemplo, indica a transformação de um gênero primário em um gênero secundário. Esse tipo de intertextualidade permite, “junto ao processo histórico de formação dos gêneros secundários”, a percepção da correlação entre “língua, ideologias e visões de mundo” (ELICHIRIGOITY, 2008, p. 191).

O linguista russo afirma que o enunciado é um núcleo problemático de importância excepcional, que pode refletir a “individualidade de quem escreve” (Bakhtin, 2003, p. 265). Para o autor, nem todo gênero é susceptível a essa individualidade, no caso dos gêneros da literatura de ficção:

.... o estilo individual integra diretamente o próprio edifício do enunciado, é um de seus objetivos principais (contudo, no âmbito da literatura de ficção os diferentes gêneros são diferentes possibilidades para a expressão da individualidade da linguagem através de diferentes aspectos da individualidade) (BAKHTIN, 2003, p. 265).

O romance de ficção, sendo um gênero discursivo secundário, pode apresentar o caráter ideológico da individualidade do autor determinado pelas condições de produção do autor, assim como para quem escreve as obras. No caso das obras que iremos analisar, que são relacionadas a três diferentes gêneros de romance, possuem instâncias de produção e estéticas de recepção distintas.

4.2 – A semiótica de Algirdas Julien Greimas

A teoria semiótica de Algirdas Julien Greimas se notabiliza com a publicação da obra “Semântica Estrutural” (1973), sua teoria voltada para a “estrutura interna do texto” (BARROS, 2008, p.7) e relaciona-se com a estrutura textual da narrativa. Essa estrutura está vinculada ao “percurso gerativo do sentido no texto”, que pode ser definido em “três níveis: fundamental, narrativo e discursivo” (FIORIN, 2009, p. 20).

O nível fundamental abriga as bases da construção de um texto, dessa forma os elementos da narrativa possuem categorias semânticas de qualificação opostas: euforia e disforia – representando respectivamente os valores positivo e negativo. Fiorin (2009, p.23) afirma que esses valores são descritos no texto e não são determinados pelo “sistema axiológico do leitor”:

Assim, dois textos podem utilizar-se da categoria da base, /natureza/ versus /civilização/ e valorizar, de maneira distinta

esses termos. 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. (FIORIN, 2009, pág. 23).

Convém salientar que num texto os termos contrários são unidos através de termos contraditórios, que implicam na negação do termo anterior. No exemplo citado por Fiorin podemos estabelecer a seguinte relação: a intervenção do homem na natureza não indica necessariamente um processo de civilização, e sim um estágio de não-natureza que poderia implicar posteriormente no percurso natureza→não-natureza→civilização. Essa rede pode ser “formalizada através de um quadrado semiótico” (PIETROFORTE, 2007, p. 13).

Figura 01: *Quadrado semiótico /natureza/ versus /civilização*

Sobre o percurso no discurso científico Greimas afirma que esse apresenta uma “aventura cognitiva” em que “torna-se evidente que o objeto-saber é o objetivo do discurso”, ocorrendo na narrativa científica a “transformação de um /não-saber/ em um /saber/” (GREIMAS, 1976b, p. 11).

No nível narrativo observa-se a transformação da narrativa, que se estrutura numa sequência canônica, compreendendo-se em quatro fases: “a fase da manipulação, a fase da competência, a fase da performance e a fase da sanção” (FIORIN, 2009, p. 29).

A fase da manipulação compreende-se no querer/dever fazer alguma coisa. Nessa situação um sujeito “age sobre o outro” através, “dentre outras

inúmeras formas”, da tentação, da intimidação, da sedução ou da provocação (FIORIN, 2009, p.30). Na fase da competência, “o sujeito que vai realizar a transformação central da narrativa é dotado de um saber e/ou poder fazer” (FIORIN, 2009, p.30). Já a fase da performance é a fase em que ocorre a mudança de um estado para outro. A última fase é a sanção em que ocorre a constatação da performance e o “reconhecimento do sujeito que operou a transformação” (FIORIN, 2009, p. 31).

Segundo o linguista Terry Eagleton (2006, p. 157), Greimas traz luz ao conceito de actante, relacionado à “unidade estrutural do texto”, que pode ser denominado em sujeito, objeto, emissor, receptor, ajudante ou adversário. Nas palavras de Greimas e Courtés (2008, p. 20), o actante é “aquele que realiza ou sofre o ato”.

O nível discursivo é caracterizado por formar o processo de enunciação. A enunciação caracteriza a pessoa (actorialização), o tempo (temporalização) e o espaço (espacialização). Há de se notar ainda que o nível discursivo, conforme nos aponta Fiorin (2009, p. 41), “produz as variações de conteúdos narrativos invariantes” e cita a seguinte situação:

Uma fotonovela, por exemplo, tem uma estrutura narrativa fixa: X quer entrar em conjunção com o amor de 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, 2009, p. 41).

Nessa situação descrita o nível discursivo possibilita caracterizar os atores (quem), o espaço (onde) e o tempo (quando). Este nível possibilita identificar de que forma que o actante interage perante os obstáculos na narrativa, podendo identificar se está no plano da enunciação ou no plano do enunciado.

É nesse aspecto que a semiótica *greimasiana* articula-se com a análise de discurso *bakhtiniana*, enquanto na semiótica a enunciação ocorre entre o

enunciador e enunciatário, representados respectivamente pelo autor e pelo leitor, a análise de discurso considera a enunciação um fenômeno coletivo. Enquanto a semiótica analisa a instância interna ao texto, a análise de discurso reflete sobre a interação externa ao texto. Dado os referenciais de análise textual, iniciaremos a análise dos três romances.

5 – O tempo e o espaço do Tio Albert: a estrutura e o discurso ideológico na ficção de divulgação científica.

Neste capítulo analisaremos a obra “O tempo e o espaço do tio Albert”, publicada pelo inglês Russell Stannard em 1989. Este livro, destinado especialmente ao público infanto-juvenil, apresenta conceitos sobre a teoria da relatividade em uma ficção que privilegia o caráter imaginário da ciência. A narrativa é construída de forma didática, de modo que a inserimos no gênero de ficção de divulgação científica.

Embora apresente alguns aspectos da teoria geral da relatividade, a narrativa é ancorada basicamente em temas inerentes à teoria especial da relatividade. Seu autor, o inglês Russel Stannard (1931), é um físico experimental da área de Física Nuclear de Altas Energias e Professor Emérito de Física na Open University, em Milton Keynes na Inglaterra. Além de seu trabalho como pesquisador, tornou-se notável por publicações com a temática “ciência e religião”¹⁹ e suas séries destinadas ao público infanto-juvenil.

A história de “O tempo e o espaço do Tio Albert” é centrada na personagem adolescente *Gedanken*, sobrinha de *Albert*. A jovem precisa fazer um projeto para a disciplina de ciências em sua escola e o tema sugerido por seu professor, provoca tédio na estudante. *Albert*, um cientista famoso, ao ver as aflições da sobrinha, apresenta as pesquisas que tem feito sobre o espaço e o tempo, sugerindo que ela o utilize no projeto da escola.

No entanto, os fenômenos decorrentes da TER não são apresentados de forma teórica, *Gedanken* entra em contato com essa teoria, através de experiências de pensamento, evidenciadas pelo “balão de pensamento” que surge da mente de *tio Albert*. Essas novas visões de espaço, tempo e massa, encantam a estudante, que enquanto mais se interessa pela teoria, mais se

¹⁹ Podemos citar neste caso os livros *Ciência e Religião* (Lisboa: Edições 70, 2001), *Why?* (Oxford: Lion Publishing, 2003) e *Science and the Renewal of Belief* (West Conshohocken: Templeton Press, 2004). As suas obras nessa temática possuem a característica de conciliar ciência com religião, entretanto, essas posições não interferem na obra que estamos analisando.

decepciona com a ciência aprendida na escola. Essas decepções são complementadas pelo discurso de Albert, que discorda da forma como a ciência é abordada na escola.

Podemos observar nesse romance, elementos discursivos que propiciam uma análise crítica do processo educacional, dessa forma a análise de discurso permitirá identificar esses elementos ideológicos presentes na narrativa e a semiótica possibilitará identificar os diferentes valores que a narrativa atribui à ciência na escola e na sociedade.

5.1 – A obra e seu contexto dentro da ficção de divulgação científica

A ficção de divulgação científica, conforme afirma Piassi (2007, pág. 171), se vale da linguagem e da narrativa da ficção para exprimir de forma didática os conceitos científicos. Geralmente escritas por cientistas e divulgadores da ciência, tais obras utilizam a linguagem do fantástico e da fantasia, para narrarem alegorias científicas em que os conceitos inerentes à ciência estão no universo do maravilhoso.

Uma obra de referência para esse gênero é “O incrível mundo da física moderna”, do físico de origem russa George Gamow (1904 - 1968), um dos responsáveis pela teoria do *Big Bang*. De acordo com Russell Stannard (2001, p. 31), as histórias desse livro não eram apenas “intrigantes e entretecedoras”, mas propiciavam ao leitor leigo, o “entendimento sobre o que a física moderna tinha a oferecer”.

Na obra de Gamow, o protagonista, *Sr. Tompkins*, é um bancário que ao assistir algumas palestras sobre física moderna, adormece e sonha com um universo em que é possível vislumbrar os fenômenos relativísticos e quânticos. Essa obra foi publicada originalmente em 1946 e o próprio Russell Stannard a atualizou com novas descobertas em 2001.

Outro autor que podemos destacar nesse gênero é o físico Robert Gilmore, autor de obras como “Alice no País do Quantum” (1988) e “O Mágico

dos Quarks” (2002). Gilmore é Professor de Física na Universidade de Bristol na Grã-Bretanha e suas pesquisas são relacionadas à mecânica quântica e à teoria do caos. Gilmore utiliza nesses dois livros, histórias de fantasia já conhecidas do público em geral, e incorpora elementos de física moderna e contemporânea em suas narrativas. Nesse caso os mundos em que os fenômenos físicos se revelam, são respectivamente no “País das Maravilhas” e em “Oz”.

O didatismo e a alegoria são característicos das obras desse gênero, sendo que essa última promove uma distinção entre a história que é contada e os fenômenos que são conceituados, promovendo uma “descontinuidade entre o real e o imaginário” (PIASSI, 2007, p.174).

No mundo da fantasia evidenciado nas obras desse gênero se configura como um universo em que os fenômenos científicos que estão fora do senso comum são verificados. Os personagens das narrativas tornam-se atores de um mundo em que são possíveis a visualização de átomos, partículas elementares e a velocidade da luz. Porém, as narrativas possuem um realismo, no sentido de que esses fenômenos são sempre causados por algum devaneio, sonho, ou, como no caso de “O tempo e o espaço do tio Albert”, experiência de pensamento. Dessa forma o leitor sabe perfeitamente o que é analogia e o que é realidade na narrativa, ou seja, em “O tempo e o espaço do tio Albert” quando *Gedanken* está dentro do “balão de pensamento” de seu tio, ela pode visualizar o fóton apostando corrida e observar distâncias se contraindo, já na sua vida “fora do balão” a personagem é uma adolescente normal com certas dificuldades em se relacionar com a escola, como muitos de nossos estudantes.

Teixeira *et al.* (2008, p. 73) defendem que os universos de fantasia criados nessas narrativas, possibilitam a “amplificação” dos fenômenos físicos possibilitando a criação de uma “empatia com o leitor” que permitem uma “melhor compreensão” dos conceitos, sendo que fenômenos até então invisíveis aos estudantes, ganham forma. Já Oliveira e Zanetic (2008, p. 10), afirmam que as analogias das obras desse gênero, retratam situações de

extrapolação de fenômenos que “só seriam visíveis ‘no mundo do muito pequeno’ e no ‘mundo do muito rápido’” (OLIVEIRA; ZANETIC, 2008, p.10).

Conforme afirma Piassi (2007, p. 173), as obras desse gênero possuem um “compromisso com a correção científica”, sendo que as “eventuais incorreções ou imprecisões são justificáveis” e complementa:

O compromisso com a correção científica é a tônica central desse tipo de obra e, evidentemente, ela perde seu valor se essa premissa não for obedecida ao máximo nos limites impostos pela técnica da narrativa adotada. As eventuais incorreções ou imprecisões são justificáveis apenas na medida em que os fenômenos têm que ser levemente distorcidos para que a explicação evidencie seus aspectos singulares (PIASSI, 2007, p. 173).

A utilização de analogias e metáforas para a construção do conhecimento para o ensino de física, principalmente no caso de física moderna, nesse sentido é válido, pois de acordo com Bozelli e Nardi (2009, p. 247), parte dos conceitos dessa ciência “é de natureza abstrata”, sendo que as analogias podem ser utilizadas como “recursos didáticos no ensino de tais conceitos” (BOZELLI; NARDI, 2009, p. 247).

Sobre a inclusão de temas modernos em sala de aula, o próprio autor do livro afirmou em 1990²⁰ que a inclusão de temas contemporâneos da Física é o fator “que mais influencia na decisão de escolher Física como carreira” e complementa ainda que os currículos secundários de Física dão a “impressão de terem sido escritos há mais de cem anos (como se nada tivesse ocorrido nesse século)”. Stannard sugere ainda que, “sejam escritos livros e textos com abordagens inovadoras” de Física Moderna e Contemporânea para se encorajar uma “revisão curricular” (STANNARD, 1990 apud OSTERMANN; MOREIRA, 2000, p. 25).

²⁰ Russel Stannard. Modern physics for the young. **Physics Education**, Bristol, v. 25, n. 3, p. 133-143, 1990.

Uma reflexão importante do ponto de vista da instância de produção dessas obras é que se observa a formação de um público leitor desse gênero, geralmente em idade escolar. Conforme o levantamento bibliográfico apresentado no início deste trabalho, as áreas da física moderna são superficialmente contempladas nos livros didáticos, portanto, os livros desse gênero acabam se tornando obras paradidáticas no contexto escolar. Além disso, conforme a afirmação de Studart e Moreira (2005, p. 127) já utilizada, os livros de divulgação científica costumam dar “retornos financeiros significativos” para seus autores.

Em “O tempo e o espaço do tio Albert”, o nome da protagonista é uma homenagem aos *Gedankexperiment*, conforme o próprio autor relata no posfácio do livro, “experiências de pensamento” muito comuns à Física (STANNARD, 2005, p. 157). Tal termo foi utilizado por Ernst Mach²¹ para denotar uma “conduta imaginária aos procedimentos que deveriam ser utilizados pelos seus estudantes para realizar um experimento físico num laboratório real” (KIOURANIS *et al.*, 2010, p. 2).

Na obra que estamos analisando, o tio Albert da narrativa é explicitamente uma referência a Albert Einstein, entretanto a narrativa não se utiliza de dados biográficos reais do físico alemão. Dessa forma a empatia do leitor com esse personagem possibilita ao primeiro um interesse em conhecer a “real” história do cientista contada em diversas publicações biográficas.

5.2 – A ideologia presente em “O tempo e o espaço do tio Albert”

Todo texto é produzido em determinadas condições sociais, culturais e políticas. No caso de uma ficção de divulgação científica, o receptor do texto – que pode ser um público adolescente – está influenciado por uma linguagem científica estabelecida na escola e nos meios de comunicação. O autor desse

²¹ É interessante notar que, apesar de Ernst Mach utilizar esse termo no século XIX, Galileu Galilei, conforme relatam Neves *et al.* (2008, pág. 227), já havia utilizado desse recurso para experimentos em física, encarnando de certa forma uma “herança do platonismo”.

gênero deve estabelecer uma aproximação à realidade de seu leitor que desperte o interesse pela sua leitura, que possibilite a reflexão crítica sobre a forma em que a ciência lhe é apresentada. Uma ficção de divulgação científica, sob o olhar bakhtiniano, sendo um gênero discursivo secundário, apresenta o caráter ideológico da individualidade do autor.

Na análise do discurso podemos verificar quais são os contextos externos ao texto que possibilitem sua produção. Podemos relacionar dessa forma o discurso de “O tempo e o espaço de tio Albert” à forma que a ciência é apresentada na escola, principalmente quanto ao seu currículo e à sua natureza.

Para Antônio Cândido (2005, p. 54) a leitura de um romance “depende basicamente da aceitação da verdade da personagem por parte do leitor”. Em “O tempo e o espaço do tio Albert” essa “verdade” é direcionada por meio do personagem tio Albert, que promove o “despertar” para a ciência em Gedanken, sua sobrinha.

Nas primeiras páginas do romance, o papel da pesquisa nas aulas de ciências é discutido pelos protagonistas:

- O Nabo quer que apresentemos um projeto – anunciou Gedanken.
- Nabo? – repetiu tio Albert.
- Nabuco, o professor de ciências. Temos de escolher um tópico científico, claro. E então – acrescentou ela com ares de importância – faremos uma pesquisa sobre esse tópico...
- Pesquisa?! – exclamou tio Albert, parecendo a ponto de explodir em gargalhada.
- É, uma pesquisa! – disse Gedanken, indignada. – temos de pesquisar e escrever os resultados em uma pasta. – Mal humorada, chutou uma pedra, com força. (STANNARD, 2005, p.9).

Nesse excerto do livro, verifica-se a transformação de um gênero discursivo primário – o diálogo entre os protagonistas – em um gênero discursivo secundário, portanto de caráter ideológico. Nesse aspecto ideológico notamos aspectos de dialogismo no texto.

Para Bakhtin “a palavra não é monológica, mas polivalente” (Brandão, 2004, p. 62), sendo assim o dialogismo está presente num caráter polifônico, ou seja, “o autor se investe em máscaras diferentes” e “essas máscaras representam várias vozes a falarem simultaneamente sem que uma dentre elas seja preponderante e julgue as outras” (BAKHTIN, 2004, p. 62.).

No trecho em análise, identificamos a polifonia sob a voz das duas personagens: a estudante, que deseja ratificar ao seu tio que sua pesquisa possui um caráter científico e o cientista, que ironiza o método a ser utilizado pela pesquisa de sua sobrinha.

A polifonia aparece ainda no fato do cientista discordar do método de pesquisa da escola, utilizando como referência a hipótese de que a escola – representada pelo professor de ciências – não está possibilitando a reflexão sobre o que a ciência tem a oferecer à estudante, mas apenas, reproduzindo e transmitindo conhecimento de forma mecânica. Na outra extremidade, percebemos que o enunciado da estudante, no fato dela acreditar que sua pesquisa se utilize de um “método científico”. Esse dialogismo ocorre no ato da enunciação e conforme afirmam Bakhtin e Volochínov “a enunciação é o produto da interação de dois indivíduos socialmente organizados” (2006, p. 116), portanto o enunciado de cada personagem apresenta as marcas desse processo.

Essa visão que a personagem tem sobre seus métodos de pesquisa possivelmente se aproxima da visão do leitor-estudante, portanto possibilita que esse último se identifique e tenha empatia com a protagonista. Dessa forma, é possível para o autor, construir o texto de forma que a personagem e o leitor se transformem a partir da reflexão sobre os conceitos da teoria da relatividade. Essa transformação torna-se evidente a partir do seguinte trecho:

De repente tio Albert endireitou o corpo e exclamou:

- Tive uma idéia! Ultimamente ando pensando na luz: em como ela se comporta, e como seria na verdade alcançar um raio de luz; um daqueles das estrelas cadentes, por exemplo. Sim é claro. Porque não pensei nisso antes? Que tal me dar uma mãozinha? Você vai e persegue um daqueles raios e me conta como é.

[...]

Mas tio, eu não entendo – protestou Gedanken, alcançando-o – Como eu poderia perseguir aqueles raios? Você acabou de dizer que a luz viaja tão depressa que...

- Vou mostrar a você – interrompeu ele – De fato, este poderia ser o seu projeto. Que tal? Um pouco de pesquisa de verdade, genuína. Rá! Isto vai mostrar àquele Nabo velho, com suas escovas de dentes elétricas, o que é pesquisa! Ele agarrou impaciente a mão de Gedanken e arrastou-a consigo. (STANNARD, 2005, p.12 -13).

Para a personagem “vivenciar” os efeitos relativísticos, as experiências de pensamento direcionadas por *tio Albert*, são inseridas num “mundo maravilhoso” representado por um “balão de pensamento” do personagem cientista, criando uma espaçonave que permite realizar viagens em velocidades bem próximas à da luz. Pelo seu caráter didático, esses efeitos são desvendados paulatinamente, o que de certa forma pode causar empatia e leitura gradual da obra pelo leitor.

A constância da velocidade da luz e o aumento da massa dos corpos ao atingirem velocidades próximas à da luz são os primeiros fenômenos que Gedanken identifica nos “balões de pensamento” e influenciam na escolha do tema do projeto de pesquisa da estudante:

- Vou dizer uma coisa, tio. Sabe, eu ia fazer um projeto sobre como é alcançar um raio de luz. Bem, agora que sabemos que não podemos alcançá-lo, por que não fazemos um sobre por

que não podemos? Eu poderia contar essas coisas sobre ficar mais pesado. (STANNARD, 2005, p. 35).

A imersão do leitor no universo relativístico, assim como da personagem Gedanken, ocorre através de experiências mentais, dessa forma os conceitos atingem o leitor e a personagem de forma simultânea. Para adentrar nesse universo, o “balão de pensamento” é o recurso que separa *Gedanken* do mundo do maravilhoso, do mundo real:

Foi uma coisa flutuando acima de uma das poltronas que chamou a atenção de Gedanken. Parecia uma gigantesca bolha de sabão. Com cerca de um metro de diâmetro, era quase esférica, porém, ligeiramente achatada em cima e embaixo. Embaixo dela, de um lado, havia duas bolhas menores para baixo na direção das costas altas da poltrona. Elas bambolevam gentilmente e rebrilhavam misteriosas à meia-luz.

- O que é aquilo?! – exclamou ela.

- Hã?... Aquilo? É um balão de pensamento – disse tio Albert em tom displicente.

- Um o quê?

- Balão de pensamento. Você sabe... balões de pensamento, como os que você vê nos quadrinhos. Coisas que ficam acima da cabeça das pessoas quando elas pensam.

[...]

- O que isso faz?

- Qualquer coisa. Pode fazer qualquer coisa. Só requer imaginação. Tudo o que penso aparece lá em cima, no balão de pensamento. Vou mostrar. Fique assistindo. (STANNARD, 2005, p. 14-15).

Segundo Kiouranis et al (2010, p. 9) as experiências de pensamento para o ensino de física possibilitam “articulação com outros saberes”, proporcionando uma ponte entre “conhecimento existente” e “conhecimento a

ser aprendido”, entretanto cabe ao professor “mediar esse processo”. No caso de “O Tempo e o Espaço do tio Albert”, essa mediação ocorre através do *tio Albert* que analisa os fenômenos observados pela sobrinha, reflete sobre eles e finalmente toma conclusões do ponto de vista da física. Vejamos os acontecimentos decorrentes de uma viagem para o planeta Saturno, dentro do “balão de pensamento”, em que *Gedanken* atinge noventa por cento da velocidade da luz, tendo levado consigo dois relógios, um mecânico e outro de quartzo, que antes da viagem estavam sincronizados com o “mundo real”:

- Feito! – anunciou Gedanken assim que percebeu estar de volta ao gabinete. – Missão cumprida.

- Esplêndido! – exultou tio Albert.

- Fiz exatamente como você disse. E aqui estão os seus relógios. Os dois estão marcando três e vinte e cinco da tarde. Foram apenas vinte minutos para chegar lá, e vinte minutos para voltar.

- Vinte de ida e vinte de volta, não foi? – disse tio Albert. O que dá quarenta minutos ao todo... você partiu às duas e quarenta e cinco, então voltou à três e vinte e cinco, certo?

Ele deu uma olhada no relógio de Gedanken em cima da escrivaninha.

- Muito bem. E o que você acha disto?

Ele marcava quatro e quinze da tarde (STANNARD, 2005, p. 52-53).

Verifica-se nesse excerto a constatação do problema de sincronização dos relógios pela personagem adolescente, que em seguida é analisado pelo personagem cientista:

- Então por que eles acabaram marcando tempos diferentes?

- Bem, só existe uma explicação: o tempo na espaçonave não é o mesmo tempo que há na Terra. A jornada levou quarenta minutos de “tempo da espaçonave” e uma hora e meia de “tempo da Terra”.

- Aonde você quer chegar, tio? Tempo da espaçonave e tempo da Terra. Só existe um tempo. “O tempo” (STANNARD, 2005, p. 54).

Verifica-se que o “balão de pensamento” reitera aspectos dialógicos à obra, sendo que é retratado através dele a narrativa do “maravilhoso” e fora dele, observa a narrativa do “real”. A natureza do conhecimento se manifesta após a personagem vivenciar o fenômeno no mundo “maravilhoso” e refletir, mediada pelo *tio Albert*, no mundo “real”. Esse conhecimento pode trazer inclusive reflexões que tangenciam o nível epistemológico da ciência. Observemos abaixo:

- E se eu chegasse realmente perto da velocidade da luz? Você sabe, eu estava indo a nove décimos da velocidade da luz, e aquilo reduziu pela metade o ritmo das coisas. Bem, se eu tivesse chegado bem pertinho do limite da velocidade, mas bem, bem perto?

Tio Albert olhou para ela como que dizendo: “Bem, vá em frente. O que você acha que iria acontecer?”

Ela refletiu um instante e depois sugeriu, hesitante:

-Íamos chegar a uma parada total?

O rosto do tio se abriu em um amplo sorriso. Ele deu um murro triunfante no ar, tomou-a nos braços e deu-lhe um apertado abraço de urso.

- Essa é a minha garota! Bem na mosca! Você está aprendendo depressa. É exatamente o que presumo que iria acontecer.

Gedanken gostou muito. Estava começando a descobrir sozinha como era ter GRANDES PENSAMENTOS. E aquilo era divertido (STANNARD, 2005, p. 58).

Ao analisarmos esse trecho observamos que o discurso do autor relaciona-se com dois aspectos: o primeiro quanto à natureza do conhecimento, ou seja, para o autor, na voz de *tio Albert*, conhecimento traz

satisfação para quem o detém, isso implica que o conhecimento resulta num poder – esse tipo de análise será aprofundada nas próximas páginas através do ponto de vista da semiótica – já o segundo se caracteriza quanto à TER, conforme temos defendido no decorrer deste trabalho, possibilita o conhecimento do que aparenta ser “fantasia”, causando um misto de “estranhamento” e “sedução” para quem a descobre. Esse último fator é evidenciado na contracapa do livro que anuncia que a partir da leitura do romance o leitor descobrirá como “romper a barreira” da velocidade, como “aumentar peso sem engordar”, como ficar mais velho do que a própria mãe e como “viver para sempre”.

Nessa situação, as experiências mentais se apresentam como signos ideológicos e conforme nos direcionam Bakhtin e Volochínov, esses signos não são apenas um “reflexo ou uma sombra da realidade”, mas também um “fragmento material dessa realidade”, tornando-se um campo de “criatividade ideológica” (2006, p. 33). As experiências mentais possibilitam à personagem seu trânsito pela criatividade ideológica. Essa transformação na personagem, conforme nos aponta Eni Orlandi, ocorre pela afetação “do real pelo simbólico” (ORLANDI, 2005, p. 19).

É interessante notar que o próprio autor no posfácio do livro atribui associa a caracterização do mundo do “maravilhoso”, evidenciado pela “bolha de pensamento”, aos métodos que Einstein utilizou para elaborar a Teoria da Relatividade.

Com Gendanken, você também aprendeu a Teoria Especial da Relatividade, que foi descoberta por Einstein há bastante tempo, em 1905. O fato é que até hoje poucas pessoas conseguiram entender os seus princípios. E você é uma delas!

[...]

Um dos métodos de estudo de Einstein era imaginar as leis da natureza em situações fictícias ou inusitadas – como, por exemplo, um raio de luz sendo perseguido. Desse modo, ele acabou por descobrir que as velhas leis podiam não fazer

sentido em algumas situações, e foi levado a rever as leis da natureza (STANNARD, 2005, p. 157).

Podemos observar que o autor ao utilizar a imagem de Einstein ratifica o método de evidenciar os experimentos na história, assim como dar credibilidade a esse recurso narrativo.

5.3 – Um discurso sobre a escola

A construção do conhecimento em Teoria da Relatividade na narrativa é realizada de forma paralela a um discurso sobre a forma de como o conhecimento é abordado na escola. Do ponto de vista da instância de produção do texto, isso implica numa afirmação de que na escola o conhecimento não incorpora os aspectos criativos e imaginários dentro da ciência, ou seja, a ciência não é lúdica e nem divertida na escola, personificado pelo professor da estudante, o *professor Nabuco* – que é chamado pelos protagonistas da narrativa de forma pejorativa como *Nabo*. Já por outro lado, o livro reforça a hipótese de que a TER é importante, ela promove o imaginário, instiga o saber e esse saber é representado pela própria obra literária, ou seja, o autor, conforme interpretamos, defende que seu produto – o livro – incorpora ao saber, os elementos imaginários que a escola não privilegia.

Além de evidenciar críticas diretas a forma de como o conhecimento é proporcionado na escola, o autor da obra, na voz de *tio Albert*, oferece uma crítica aos sistemas de avaliação presentes na educação formal:

- Aliás – disse ele displicentemente –, como nos saímos com o projeto e tudo mais?

Gedanken sorriu consigo mesma. ‘Ele não estava só de passagem’, pensou ela. ‘Sabia o tempo todo que hoje eu ia receber o meu projeto de volta do Nabo velho. Acho que não conseguiu esperar em casa para saber como eu fui.’

- Ah, muito bem. Ele me deu B.

- B! – exclamou tio Albert, indignado. – Só isso?

- Como assim? Até que foi bom. Não é sempre que tiro B.

- Bem, eu não sei – resmungou tio Albert. – Que diabo você precisa fazer para conseguir um A na sua escola? Ganhar o Prêmio Nobel ou coisa assim?

-Na verdade não sei. Ele disse que estava um pouco complicado demais. Acho que não acreditou em uma só palavra. De qualquer modo, ele me deu um ponto positivo.

- Um o quê?

- Um ponto positivo. Pela originalidade. Acho que foi isso que ele disse.

- Ah... – disse tio Albert. – Não estou muito certo de ter entendido direito esses métodos modernos de aprendizagem. (STANNARD, 2005, p. 141).

A narrativa nesse ponto permite a discussão sobre as formas de avaliação no contexto escolar, inferindo se a imaginação na produção do conhecimento deve ser levada em conta nos processos de avaliação. Tal ponto de vista ratifica a hipótese de que devem ser propiciadas aos estudantes “diferentes oportunidades e modalidades de avaliação da aprendizagem” (AGUIAR JÚNIOR, 2004, p. 15). Dessa forma, o enunciado presente no texto é um produto da interação social presente num contexto educacional.

Para Bakhtin os signos podem ser direcionados através de forças centrípetas e forças centrífugas. Segundo Furlanetto (2006, p. 541) o primeiro modo estaria “endereçoado à ordenação” e fechado para a realidade, já o segundo possuiria abertura para os “enunciados alheios”. Analisando o ponto de vista do professor da estudante Gedanken sobre a avaliação do projeto verifica-se que nesse personagem a centralização do enunciado ocorre por meio de forças centrípetas, portanto, fechado e indiferente à inovação no projeto da estudante.

A interpretação do texto ficcional depende do meio cultural e social que o leitor está imerso. Se essa publicação possui caráter pedagógico, sua primeira leitura estará condicionada a abstrair os conceitos formulados no didatismo do enunciado. Entretanto, estabelecer conexões além do texto, permite ao leitor-

estudante, refletir sobre o processo educacional que o afeta. A obra de Russell Stannard permite esse tipo de discussão. Sobre a produção da obra, o autor comenta:

Antes de embarcar no primeiro volume da série do tio Albert, senti necessidade de entender o funcionamento da mente das crianças. Eu já estava familiarizado com os pontos de vistas de Piaget sobre o desenvolvimento cognitivo das crianças e de que forma essas idéias originais foram transformadas. (STANNARD, 2001, p. 32).

O fato de o autor estabelecer claramente um referencial teórico que norteou suas obras de ficção nos permite verificar o caráter ideológico de seu texto e analisar sua crítica quanto ao processo educacional. O próprio autor ainda ressalta a importância da desmistificação dos conhecimentos da Teoria da Relatividade:

... têm-se uma impressão geral de que qualquer tipo de desenvolvimento científico associado ao nome de Einstein deve ser inacreditavelmente difícil ou acessível apenas para gênios (STANNARD, 2001, p. 30).

Um fator que deve ser entendido do ponto de vista da instância de produção da obra é que, o livro foi publicado originalmente no final da década de oitenta. Ao menos no Brasil, conforme os diferentes levantamentos bibliográficos que indicamos no início do trabalho, a TER não estava presente na maioria dos livros didáticos e sua divulgação se restringia aos veículos de comunicação de massa. A partir deste momento, iniciaremos análise da obra, a partir do ponto de vista da semiótica.

5.4 – Aspectos semióticos do romance de ficção de divulgação científica.

Quando analisamos uma obra de ficção de divulgação científica à luz da semiótica *greimasiana*, identificamos que o objeto de valor presente no texto é o conceito, ou a teoria que está sendo explorada na obra.

Conforme já discutimos ao justificar nossa metodologia de análise do plano do conteúdo do texto, a semiótica possibilita identificar a estrutura e o sentido no texto.

Como o livro tem como próprio tema a Teoria da Relatividade, num primeiro momento, podemos atribuir como objeto de valor a própria teoria de Einstein, entretanto, podemos observar variâncias textuais de acordo com o que o capítulo do livro, ou seja, em determinado excerto, do ponto de vista conceitual, esse objeto de valor pode ser as grandezas relativas – espaço, tempo, massa – ou do ponto de vista social, o objeto de valor pode ser representado pelo conhecimento ou pelo reconhecimento.

No contexto geral da obra *O tempo e o espaço do tio Albert* esse objeto de valor é a própria teoria da relatividade, porém podendo variar dependendo do fenômeno ou conceito que esteja sendo abordado. Observemos um trecho em que a personagem observou a contração do espaço na gravação em vídeo de uma de suas viagens no interior do “balão de pensamento”:

- Pronto – disse quando a imagem apareceu. – Era esta a aparência antes de você partir. Enquanto a nave estava parada, tudo parecia normal. Foi só quando a nave ganhou velocidade... como está fazendo agora... que tudo ficou espremido. Definitivamente, não é a imagem que está com problemas. Estamos olhando para um efeito real. A espaçonave foi realmente espremida!

[...]

- Isso é um disparate! Eu não acredito – declarou Gedanken enfaticamente. – Não acredito mesmo. Eu não poderia ter sido espremida, eu teria dotado. Não é possível que você realmente espere que eu acredite que eu posso ter sido espremida, quase achatada, sem sentir nada. Para começar, isso teria quebrado todos os ossos do meu corpo.

-Não, não teria – retrucou tio Albert gentilmente. – Não com o tipo de espremeção de que estamos falando aqui. É o espaço em si que está sendo espremido. O espaço naquela nave foi espremido naquela direção em que ela se move. Todo o

espaço: o espaço vazio entre os objetos e o espaço ocupado pelos objetos, pelos seus ossos, sua carne, seus músculos, pele, tudo. Não, minha querida, esse é um tipo especial de espremeção; você não teria sentido nada (STANNARD, 2005, p. 67 – 68).

No excerto acima ainda não identificamos todas as etapas da narração, no entanto, já é possível identificar que o objeto de valor é o encurtamento de distâncias.

Gedanken levou os objetos para o tio, que começou então a desenhar uma espaçonave na superfície plana da borracha. Quando ele terminou, apertou a borracha com força entre os dedos, fazendo com que ficasse espremida na direção em que apontava o foguete.

A expressão de Gedanken se abriu em um sorriso largo.

- Ah, entendi – disse ela, animando-se. Pegou a borracha e espremeu-a ela mesma. Tudo nela fica espremido. Agora, sim, as coisas estão se encaixando. Está começando a fazer sentido. Eu acho (STANNARD, 2005, p. 72).

Podemos observar que *Gedanken* compreende o fenômeno de contração defendido por seu tio, constatando a contração da borracha. Mas a borracha sendo amassada não prova que corpos em velocidades próximas à da luz se contraem na direção de sua velocidade, para que a personagem abstraia em sua subjetividade esse conceito, deve adquirir o conhecimento dos postulados da Teoria da Relatividade, o qual ela na narrativa vai evidenciando “experimentalmente”. Por esse lado a própria TER se configura como um objeto de valor que permeia toda a narrativa. Podemos a partir disso, no nível fundamental da narrativa, obter o seguinte quadrado semiótico:

Figura 02: Quadrado semiótico /ignorância/ versus /conhecimento/

Para a personagem, o percurso narrativo /ignorância/→/não-ignorância/→/conhecimento/ passa pelas seguintes etapas. A personagem desconhece o fenômeno (ignorância), em seguida através de uma experiência de pensamento se sujeita à contração de espaço (não-ignorância) e confirma o evento a partir da elucidação do fenômeno pelo seu tio (conhecimento). O texto ainda opera na representação de um valor disfórico para a ignorância e um valor eufórico para o conhecimento.

É interessante notar que a semiótica, quando utilizada para interpretar uma linguagem não verbal, possibilita a análise do percurso do sentido, do ponto de vista do leitor. Sendo que nesse percurso narrativo o conhecimento é adquirido através da leitura desse romance didático. O leitor estaria na fase de não-ignorância no momento da experiência de leitura do livro e entraria na fase do conhecimento a partir da compreensão dos conceitos e fenômenos tratados pelo autor.

Quanto ao nível narrativo da obra, também evidenciado no trecho em análise, observamos as seguintes etapas.

A personagem *Gedanken*, caracterizada como sujeito da narrativa, necessita realizar um trabalho para a disciplina de ciências, entretanto anseia por realizar um “trabalho realmente interessante” (STANNARD, 2005, p. 10). Por conta disso podemos estabelecer nesse sentido um objeto de valor que é o reconhecimento da estudante, perante a sociedade, ora representada na figura do professor, ora representada na figura de seus pais, ora representada na figura de seus colegas. No entanto ao caracterizar o professor *Nabuco* como um actante, sua ação se inscreve como um antissujeito, tendo em vista que o professor, do ponto de vista de *Gedanken*, sugere temas desinteressantes à estudante (STANNARD, 2005, p. 10) e se apresenta como uma pessoa detestável (STANNARD, 2005, p. 106). Dadas as caracterizações dos actantes e do objeto de valor, vamos às etapas do nível narrativo.

A fase de manipulação através da sedução, ou seja, o reconhecimento repercutiria na imagem positiva do sujeito, sendo instaurado pelo saber. Dessa forma surge o destinador da manipulação, que nesse sentido é representado no personagem *tio Albert*. Segundo Barros (2008, p. 33), a fase de

manipulação será “bem sucedida quando o sistema de valores em que ela está assentada for compartilhado pelo manipulador e pelo manipulado”, havendo “cumplicidade entre eles”, o que é evidenciado nos actantes *Gedanken* e *tio Albert*.

A fase da competência, onde se instaura o saber e o poder, é verificada através dos instrumentos de experiência, sendo que neste caso o instrumento que possui o poder de instaurar o saber – representado pelo conhecimento – é o “balão de pensamento” do *tio Albert*.

A fase da performance é caracterizada através do “balão de pensamento” que possibilita à actante presenciar os fenômenos relativísticos e junto ao *tio Albert*, identificar e conceituar os fenômenos. É nesse momento que a personagem adquire o conhecimento e elabora o seu trabalho.

A fase da sanção ocorre por conta do reconhecimento de seu trabalho, perante o professor, aos colegas e ao *tio Albert*. Essa etapa pode ser evidenciada no momento em que a personagem perante *tio Albert*, “sorri consigo mesma” e afirma que foi “muito bem” no projeto do “Nabo velho”.

É interessante notar que a cumplicidade entre *Gedanken* e *tio Albert* possibilita a inversão de actantes. Utilizando o *tio Albert* como sujeito da narrativa, verifica-se que o mesmo procura o reconhecimento por parte da sobrinha que é o seu objeto de valor e a sanção desse reconhecimento ocorre quando a sobrinha se exalta perante o conhecimento, demonstrando entender perfeitamente os conceitos explanados pelo sujeito.

No nível discursivo do texto o conhecimento está presente em dois espaços: o espaço extraordinário, representado por fótons que disputam corridas, o computador da espaçonave que obedece às ordens de *Gedanken*, onde se observa os fenômenos relativísticos, o espaço ordinário, que representa o mundo normal, “real” da personagem, representado pela escola, pelo professor, pelo tio, pelos pais e pelos colegas. No entanto dentro da espacialidade “real” da personagem é possível identificar outros dois espaços: o espaço da repressão, representada pela figura do professor Nabuco e dos colegas que tiram sarro das ideias da adolescente; o espaço da liberdade,

representada pela casa de *tio Albert*, onde se concretiza o espaço do extraordinário evidenciado anteriormente.

Um aspecto discursivo que podemos acrescentar é que quanto a actorialização da personagem, identificamos uma posição ideológica em relação à escola, ao professor refletindo uma posição frente ao conhecimento, de modo que podemos caracterizar que a enunciação se forma no nível do enunciado, ou seja, o autor coloca o sujeito da enunciação dentro do enunciado. O que ocorre de forma distinta em “Sonhos de Einstein”, que iniciaremos a análise no próximo capítulo.

6 - Sonhos de Einstein: o romance e os diferentes valores sobre tempo, espaço e simultaneidade.

A obra *Sonhos de Einstein* foi publicada pelo físico e romancista Alan Lightman em 1993, professor do Massachusetts Institute of Technology cuja produção literária começou, conforme o próprio autor nos aponta, no início da década de 1980, quando começou a escrever ensaios em revistas de divulgação científica (LIGHTMAN, 2005, p 10):

Enquanto escrevia, fui me encantando pela tensão criativa entre ciência e arte, entre razão e instinto. Suspeitando haver muito instinto na ciência e razão na arte, perguntei a amigos cientistas se eles ponderavam a partir de imagens ou de equações; se usavam, e até que ponto, critérios estéticos em seu trabalho; e se acreditavam em metáforas. Perguntei a amigos artistas como as idéias lhes vinham, como seus quadros atingiam um equilíbrio, por que salpicavam cor num determinado ponto e não em outro (LIGHTMAN, 2005, p. 11).

Esse romance relata o período da vida de Albert Einstein que antecede à publicação de seu artigo “Zur Elektrodynamik bewegter Koerper” na *Annalen der Physik*, em 1905. No texto da obra podemos identificar o processo de criação da Teoria Especial da Relatividade tanto na narrativa principal, quanto nos sonhos explorados pelo autor. As hipóteses temporais nos sonhos exploram “como as transformações em nossa concepção de tempo possuem interessantes repercussões na vida e na realidade” (GRAESSER et al, 1998, p. 251).

A narrativa descreve diferentes concepções de tempo em trinta “sonhos” do cientista em que cada sonho corresponde a um vilarejo fictício na Suíça. Dessa forma o autor descreve situações em que o tempo pode ser cíclico (LIGHTMAN, 1993, p. 9), dinâmico como um fluido (LIGHTMAN, 1993, p. 14), absoluto (LIGHTMAN, 1993, p. 33) ou estático (LIGHTMAN, 1993, p. 67), entre outras concepções de tempo. Essas transformações no tempo são anunciadas no início de cada capítulo e possuem um grande impacto nas “atividades humanas, crenças, emoções e experiências das personagens” (GRAESSER et al, 1998, p. 251).

Há de ser notado ainda que a obra utiliza-se de dados biográficos do físico alemão, ao que Baptista nos aponta ocorrer uma “intersecção entre o real e o ficcional”, mesclando “fatos verídicos da vida do famoso pensador com pontos de ficção” (BAPTISTA, 2006, p. 29). Iniciaremos a nossa análise a partir desse ponto.

6.1 – O discurso sobre o cientista e sua estrutura no romance.

Os aspectos biográficos do cientista alemão aparecem na narrativa na forma de um prólogo, dois interlúdios e um epílogo. Ao que indica, o autor da obra, como uma sinfonia, busca evidenciar um *status* de obra de arte ao romance. Esses fatores se devem possivelmente a uma tentativa do físico se afirmar como romancista e não apenas como um físico que, ocasionalmente, escreve obras literárias.²²

Nas páginas iniciais do romance, descreve Albert Einstein como uma pessoa que está envolvida com sua pesquisa de forma tão intensa, que evidencia a imagem do cientista desleixado, com o “cabelo despenteado” e as “calças grandes demais” (LIGHTMAN, 1993, p. 5). Esse estereótipo de imagem de cientista, já foi discutido em alguns pontos deste trabalho. Lightman descreve ainda que Einstein:

Nos últimos meses, desde meados de abril, ele tem sonhado muitos sonhos sobre o tempo. Os sonhos se apoderaram de suas pesquisas. Os sonhos o esgotaram, o exauriram de tal forma que às vezes ele não sabe dizer se está acordado ou dormindo. Mas o sonhar terminou. Dentre muitas naturezas possíveis do tempo, imaginadas igualmente em muitas noites, uma parece se impor. Não que as outras sejam impossíveis. As

²² “Sonhos de Einstein” foi o primeiro romance publicado por Alan Lightman. A ciência aparecerá em seus romances posteriores - Good Benito (1995); The Diagnosis (2000); Reunion (2003); Songs of Two Worlds (2009) - de forma mais sutil. O autor reconhece em 2009 (LIGHTMAN, 2009, p. 329) que Italo Calvino é uma de suas maiores influências, sendo que para Lightman o autor italiano é “incomparável” quando mescla “dramas humanos com cenários imaginativos” e “filosofia com humor e sagacidade”.

outras talvez possam existir em outros mundos (LIGHTMAN, 1993, p. 8).

Identifica-se nesse excerto da obra que o cientista alemão adquiriu uma posição conceitual em relação ao tempo. Por conta do personagem já possuir sua imagem consolidada como cientista, o discurso externo ao texto, num sentido *bakhtiniano*, nos leva a refletir que tal posição é referente ao tempo relativo.

A obra retrata o físico alemão como um homem com posição crítica quanto ao que estava sendo produzido em ciência na época:

- Estou progredindo – diz Einstein novamente. – Acho que os segredos aparecerão. Você viu os ensaios de Lorentz que deixei em sua mesa?
- Horrível.
- É verdade, Horrível, e *ad hoc*. Não é possível que esteja certo. As experiências sobre eletromagnetismo nos revelam algo muito mais fundamental. – Einstein coça o bigode e come vorazmente as bolachas que estão na mesa (LIGHTMAN, 1993, p. 95).

A obra utiliza de fatos conhecidos da vida de Einstein. Nesse caso, o discurso polifônico da obra se caracteriza pela formação do processo de enunciação da posição epistemológica quanto ao éter. Conforme já discutimos brevemente neste trabalho, o físico holandês Hendrik Lorentz, chegou muito próximo dos resultados da relatividade, conforme defende Roberto Martins (2005). Por conta disso, o autor do romance, deixa implícito que o “horrível” possivelmente seja a crença do físico holandês no éter luminífero como meio para propagação de ondas eletromagnéticas, como a luz.

Do ponto de vista da semiótica *greimasiana*, a vida do cientista na obra possui a seguinte estrutura:

No nível narrativo, verifica-se que o cientista busca o reconhecimento, para isso necessita de um saber e o objeto modal que permite esse saber são seus sonhos. O antissujeito da narrativa é desenvolvido e representado pela sua própria personalidade perante à vida doméstica, de forma que o cientista

“parece ignorar a existência de seu corpo e do mundo”. (LIGHTMAN, 1993, p. 94). No entanto é esse distanciamento do mundo real que permitirá ao físico alemão atingir níveis de subjetividade para abstrair e concretizar sua teoria do tempo.

Nas etapas do nível narrativo observamos que a manipulação ocorre na instauração do querer/saber, tendo em vista que o sujeito da narrativa – neste caso o físico alemão – está em busca do reconhecimento da sociedade, perante sua teoria do tempo. Conforme descreve Lightman:

Não que Einstein não aprecie ser reconhecido. Alguns anos antes, quando viu o exemplar da *Annalen der Physik* com o seu primeiro artigo, ficou imitando um galo durante cinco minutos (LIGHTMAN, 1993, p. 97).

A competência se instaura por conta dos sonhos do actante, sendo que esses sonhos possibilitam ao físico as temporalidades, para desenvolver sua teoria. A performance se configura a partir de então com a entrega do manuscrito final de seu artigo:

Às oito horas e quatro minutos, a datilógrafa entra. Ela vê Einstein do outro lado da sala com o manuscrito nas mãos e sorri. Várias vezes ela já datilografou os trabalhos particulares de Einstein em suas horas vagas, e ele sempre paga com prazer o que ela pede. Ele é quieto, embora às vezes faça piadas. Ela gosta dele.

Einstein dá a ela o manuscrito, sua teoria do tempo. São oito horas e seis minutos (LIGHTMAN, 1993, p. 174).

A sanção do personagem que poderia se refletir numa sensação de alegria ou na constatação de seu reconhecimento não ocorre, sendo que nesse âmbito, a narrativa demonstra o que no nível discursivo se configura como um discurso no plano da enunciação, sendo que o actante está sujeito à ação e não toma posição perante ela, apenas a subjetiviza:

Einstein retorna à sua mesa, senta-se por um instante e depois volta para a janela. Sente-se vazio. Não está interessado em examinar patentes ou conversar com Besso ou pensar em

física. Sente-se vazio e olha sem interesse a minúscula pinta negra e os Alpes (LIGHTMAN, 1993, p. 175).

Analisando o nível discursivo da obra observa-se a construção de duas espacialidades distintas, o “espaço do sonho”, onde o personagem vislumbra diferentes percepções sobre o tempo e o “espaço do real”, onde o personagem está sujeito a seus problemas mundanos como: a crise conjugal com sua primeira esposa, Mileva (LIGHTMAN, 1993, p. 96) ou seus péssimos hábitos alimentares (LIGHTMAN, 1993, p. 94). Dessa forma o personagem se mantém distante desse último mundo, evidenciando o que aparece nas primeiras páginas do romance que afirma que o cientista esteve sonhando acordado antes de entregar seu artigo final.

Iniciaremos neste momento a análise de algumas formas do tempo que aparecem na narrativa, especificamente as que pontuam sobre o tempo relativo e sobre o tempo absoluto.

6.2 – O tempo relativo em “Sonhos de Einstein”: aspectos semióticos.

Observemos de que forma o tempo relativo aparece nos sonhos do protagonista e de que forma essas percepções dialogam com os aspectos conceituais da TER.

Um homem ou uma mulher subitamente colocados neste mundo teriam que se desviar de casas e prédios. Pois tudo está em movimento. Casas e apartamentos, montados sobre rodas, transitam adernando pela Bahnhofplatz, disparam pela estreita Marktgasse, seus ocupantes aos berros nas janelas do segundo andar.

[...]

Ninguém está parado.

Por que tanta fixação com velocidade? Porque neste mundo o tempo passa mais lentamente para as pessoas em movimento. Assim, todos se movem em alta velocidade, para ganhar tempo. (LIGHTMAN, 1993, p. 87-88)

Nesse trecho da obra o conceito de dilatação do tempo, conceituado pela Teoria Especial da Relatividade, é emulado na narrativa, entretanto as consequências desse efeito são extrapoladas pelo autor, pois esses efeitos relativísticos são “perceptíveis” apenas em velocidades próximas à da luz.

Nesse trecho do romance, os prédios possuem rodas para que entrem em movimento e por meio dos motores atinjam velocidades suficientes para dilatar o tempo. Observemos o seguinte excerto:

Da mesma forma, casas são vendidas levando em conta não apenas seu tamanho e estilo arquitetônico, mas também sua velocidade. Pois, quanto mais rapidamente se movimenta uma casa, mais lentamente giram os ponteiros dos relógios dentro dela e mais tempo disponível sobra para seus ocupantes. Dependendo da velocidade, uma pessoa dentro de uma casa rápida pode ganhar vários minutos em relação aos vizinhos em apenas um dia (LIGHTMAN, 1993, p. 89).

Nesse capítulo observamos que o objeto de valor explicitado é o tempo, pois “todos se movem em alta velocidade, para ganhar tempo” (LIGHTMAN, 1993, p. 88), dessa forma num nível fundamental de análise podemos esquematizar o seguinte quadrado semiótico:

Figura 03: *Quadrado semiótico /repouso/ versus /movimento/*

O percurso narrativo /repouso/→/não-repouso/→/movimento/ indica o valor disfórico para repouso e eufórico para movimento, que estabeleceria a relação /tempo não-dilatado/→/tempo dilatado/. Devemos notar ainda que o valor /não-repouso/ estabelece a ideia da aceleração, ou seja, para um corpo sair do repouso para atingir o movimento, deve acelerar. Na situação oposta

podemos estabelecer a mesma relação, o valor /não-movimento/ remete ao fenômeno de desaceleração.

Quanto ao nível narrativo, podemos verificar que o que possibilita o poder/fazer é o “objeto modal” (FIORIN, 2009, p. 37), dessa forma quem permite o poder dilatar o tempo são os motores que estão instalados nos prédios em movimento:

Como tempo é dinheiro, aspectos financeiros têm o poder de determinar que cada casa corretora, cada fábrica, cada mercearia se movimente sempre na maior velocidade possível a fim de conquistar vantagens sobre os concorrentes. Essas construções são equipadas com gigantescos motores propulsores e nunca estão paradas. Seus motores e virabrequim bramem muito mais alto que os equipamentos e pessoas dentro delas (LIGHTMAN, 1993, p. 89).

Ao analisarmos esse trecho poderíamos interpretar que o objeto de valor é o dinheiro, o que possibilitaria uma discussão, em sala de aula, sobre os aspectos socioeconômicos inerentes à ciência. Essa abordagem em atribuir um valor eufórico para a dilatação do tempo pode ser encontrada nas publicações científicas e nos livros didáticos. Observemos trecho da publicação original de Albert Einstein:

[...] não podemos atribuir significado absoluto ao conceito de simultaneidade; ao contrário, dois eventos que são simultâneos, quando observados a partir de um sistema particular, não podem mais ser assim considerados quando observados a partir de um sistema que está em movimento em relação àquele sistema (EINSTEIN, 2005, p.151).

Analisando o excerto de “Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento”, verificamos que é atribuído um valor disfórico ao tempo absoluto, de forma que podemos estabelecer um quadrado semiótico da seguinte forma:

Figura 04: *Quadrado semiótico /tempo absoluto/ versus /tempo relativo/*

O leitor dessa forma, ao aderir aos postulados einsteinianos, estaria atribuindo ao tempo um caráter não absoluto, e a partir do momento em que ocorresse a compreensão das consequências da Teoria Especial da Relatividade, o valor eufórico de tempo relativo seria abstraído pelo leitor. No caso do ambiente escolar esse discurso seria destinado ao leitor-estudante.

Nos livros didáticos, é possível verificar o mesmo discurso e atribuir o conceito de tempo absoluto ao senso comum²³, conforme trecho abaixo:

Isso tudo nos parece muito estranho apenas porque não faz parte de nossa experiência trabalhar com medições realizadas a velocidades relativísticas, ou com relógios atômicos a velocidades de valores ordinários. A teoria da relatividade não faz parte do senso comum. Mas o senso comum, de acordo com Einstein, é aquela camada de preconceitos estabelecidos em nossas mentes até a idade de 18 anos. (HEWITT, 2002, p. 604).

Nesse trecho verificamos ainda que o autor atribuiu o enunciado a Albert Einstein. No entanto, o livro didático não apresenta nenhuma menção à fonte ou estudo histórico sobre o discurso do cientista alemão. O autor do livro didático nessa situação se vale do possível discurso de outro enunciador para atribuir um valor disfórico ao senso comum e um valor eufórico para a Teoria da Relatividade.

²³ Conforme nos aponta Piassi et al. (2009, p. 8) atribuir um valor disfórico ao senso comum “pode ser interpretado como um alerta ao estudante – destinatário do discurso – de que acreditar nas ideias ‘sem caráter científico’, de ‘senso comum’ e ‘intuição’ é errado’ e, mais do que isso, um ‘entrave ao desenvolvimento’, ou seja, além de uma atitude reveladora de ignorância, é oralmente reprovável”.

Voltando ao nível narrativo do texto de Alan Lightman, encontramos os seguintes actantes: o sujeito é o ser humano – homem ou mulher – que está susceptível ao movimento e o antissujeito é o repouso que impossibilita a dilatação do tempo.

Quanto às etapas do nível narrativo, observamos o seguinte quadro:

Quadro 01: Etapas do nível narrativo

Fase	
Manipulação	Tentação
Competência	Velocidade
Performance	Entrar em movimento
Sanção	Confirmar a dilatação do tempo

A fase da manipulação se dá pela tentação quando o “manipulador propõe ao manipulado um objeto de valor positivo” (FIORIN, 2009, p. 30). No texto observa-se que essa manipulação ocorre pela tentação em obter mais velocidade, para que com isso ganhe “mais tempo”. A velocidade fornece a competência para que ocorra a dilatação do tempo e a performance é realizada a partir do momento em que os prédios “entram em movimento”. A fase da sanção é a confirmação do sujeito quanto ao “tempo ganho”, porém o texto explicita a dificuldade desse actante constatar o fenômeno:

Neste mundo de alta velocidade, um fato foi apenas lentamente apreciado. Por tautologia lógica, o efeito movimento é totalmente relativo. Porque, quando duas pessoas se cruzam na rua, cada uma percebe a outra em movimento, exatamente como um homem em um trem percebe as árvores voando na frente da sua janela. Conseqüentemente, quando duas pessoas passam na rua, cada uma vê o tempo da outra fluir mais lentamente. Cada uma vê a outra ganhando tempo. Esta reciprocidade é enlouquecedora (LIGHTMAN, 1993, p. 91).

A dificuldade da constatação do fenômeno revela que não é possível confirmar a dilatação do tempo e o próprio texto propõe uma solução inusitada para esse problema:

Frustradas e desanimadas, algumas pessoas pararam de olhar pela janela. Com as cortinas fechadas, elas nunca sabem quão rapidamente estão se movendo, quão rapidamente estão se movendo seus vizinhos e concorrentes. Levantam-se de manhã, tomam banho, comem pão trançado com presunto, trabalham em suas mesas, ouvem música, conversam com os filhos, têm uma vida prazerosa (LIGHTMAN, 1993, p. 91).

Esse percurso do texto influencia no nível discursivo, que produz a “variação do conteúdo narrativo invariante” (FIORIN, 2009, p.41). A dificuldade do sujeito em constatar a dilatação é a mesma, o que varia é o obstáculo, podendo ser “ver o outro ganhando o tempo” ou “parar de olhar a janela para verificar sua velocidade”. Podemos notar que conceitualmente o próprio estudante possui um “obstáculo epistemológico” quanto à aceitação dos postulados da Teoria Especial da Relatividade e que muitas vezes o professor deve adaptar o material didático para a superação desses obstáculos (ARRIASSECQ; GRECA, 2006, p.193).

6.3 – Tempo absoluto no sonho de Einstein?

De acordo com o que temos defendido a respeito desse romance, uma caracterização interessante é a forma de como os sujeitos do discurso se encontram na narrativa, no plano da enunciação. Os personagens dos sonhos do protagonista relacionam com seu espaço e tempo, conforme as suas necessidades.

Nesse âmbito, o tempo absoluto relatado na obra adquire aspectos divinos, algo que se relaciona muito bem com o espaço newtoniano caracterizado por ser o “sensório de Deus”.

É impossível caminhar por uma avenida, conversar com um amigo, entrar em um edifício, relaxar sob os arcos de arenito de uma velha arcada, sem ver um instrumento de medição do tempo. O tempo é visível em todos os lugares. Torres de relógio, relógios de pulso, sinos de igrejas dividem os anos em meses, os meses em dias, os dias em horas, as horas em segundos, cada incremento de tempo marchando atrás do outro em perfeita sucessão. E, além de qualquer relógio específico, uma vasta plataforma de tempo, que se estende por todo o universo, estabelece a lei do tempo igualmente para todos. Neste mundo, um segundo é um segundo é um segundo. O tempo avança com exuberante regularidade, com exatamente a mesma velocidade em todos os cantos do espaço. O tempo é um soberano infinito. O tempo é absoluto (LIGHTMAN, 1993, p. 33-34).

Um dos aspectos conceituais mais importantes da Teoria da Relatividade é que ela nos revela o absoluto, o constante, o invariante, que é representado pela velocidade da luz. Portanto num nível epistemológico, podemos interpretar que o invariante nesse trecho do romance aparece no tempo. O tempo absoluto explicitado por Lightman adquire caráter mecanicista, num certo sentido até positivista, tendo em vista que se manifesta num sentido de organizar e estabelecer.

Um mundo em que o tempo é absoluto é um mundo consolador. Pois, embora os movimentos das pessoas sejam imprevisíveis, o movimento do tempo é previsível. Embora se possa duvidar das pessoas, não se pode duvidar do tempo. Enquanto as pessoas ficam divagando, o tempo prossegue em sua caminhada sem olhar para trás. Nos cafés, nos edifícios públicos, nos barcos no lago de Genebra, as pessoas olham para seus relógios e se refugiam no tempo. Cada pessoa sabe que em algum lugar está registrado o momento em que nasceu, o momento em que deu o primeiro passo, o momento de sua primeira paixão, o momento em que se despediu dos pais (LIGHTMAN, 1993, p. 37).

Quando comparamos o discurso da obra em relação ao tempo relativo comparado ao tempo absoluto, percebemos que de um modo geral, o tempo é um limite que a natureza impõe. Enquanto no tempo relativo, as pessoas se aprisionam no sentido de “ganhar velocidade” para “ganhar tempo” o que gera aspectos caóticos em suas espacialidades, no tempo absoluto os sujeitos da narrativa se atêm a esse limite como um agente norteador, que orienta e estabelece um sentido em suas vidas, de certa forma, repressiva. Um aspecto interessante ao abordar esses dois contos é levar os dois textos aos estudantes e solicitar aos estudantes que se identifiquem com uma das temporalidades e escolham em qual espaço-tempo gostariam de vivenciar.

6.4 – Instância de produção e discurso na obra.

Conforme já relatamos, Alan Lightman já possuía uma carreira como colunista em algumas revistas e jornais²⁴, tanto de divulgação científica como em periódicos populares. Seus textos se valem de tangenciar o limiar entre a imaginação e o real na ciência. Sobre esse aspecto Baptista (2005, p. 36) afirma que o físico vive num “mar de interseções” sob a tensão entre:

... o racional e o intuitivo, o lógico e o ilógico, o certo e o incerto, o linear e o não-linear, o deliberado e o espontâneo, assim como o previsível e o imprevisível (BAPTISTA, 2005, p. 36)

Quando o físico escreveu esta obra, ele não era um autor consagrado por público e crítica, entretanto ao optar por uma narrativa com elementos da

²⁴ Na página do autor no site do MIT relata alguns dos veículos impressos em que o autor publicou, entre eles: The New York Times, Nature, American Scholar, Boston Review e Harvard Magazine. <<http://writing.mit.edu/people/faculty/homepage/lightman#Time>> acesso em 06 nov. 2011.

literatura fantástica, do imaginário na ciência, temporalidade e da memória, adquiriu uma boa recepção por parte da crítica literária²⁵.

A obra “Sonhos de Einstein”, apesar de possuir diversos ensaios que se inscreviam na ficção, foi o primeiro romance de ficção do autor. No texto de sua obra, é perceptível o objetivo em utilizar uma linguagem poética, diferente da utilizada pelos cientistas em meios acadêmicos:

Em alguma abóboda distante, um relógio de torre bate seis vezes e pára. O rapaz deixa-se cair em sua escrivaninha. Ele veio para o escritório de madrugada, depois de mais uma convulsão. Seu cabelo está despenteado e as calças grandes demais. Na mão, segura vinte páginas amassadas, sua nova teoria do tempo, que enviará hoje para a revista alemã de física (LIGHTMAN, 1993, p. 5-6).

O trecho transcrito pertence ao prólogo do livro. Essa opção por retratar clichês da imagem do cientista, consciente de que isso é um clichê, possibilita a interpretação de que o autor pretende aproximar o leitor comum – aquele que possui uma visão desconstruída do cientista por conta dos veículos de comunicação de massa – do romance, estabelecendo uma empatia com o personagem. A partir dessa empatia, o leitor poderá estabelecer uma conexão com as diferentes reflexões sobre o tempo, que os “sonhos” do físico alemão propõem. Abaixo segue um relato do autor sobre a forma de escrita na ficção:

[...] o poder da literatura de ficção é emocional e sensual. Você quer que seu leitor sinta o que você diz, sinta o cheiro, escute o som e faça parte da cena. Você quer o seu leitor inteiramente concentrado e pronto para deixar-se levar para o lugar mágico

²⁵ O crítico do jornal *The New York Times* Michiko Kakutani, compara a narrativa de Alan Lightman com os trabalhos de Italo Calvino e Jorge Luís Borges afirmando que sua obra possui caráter meditativo, provocativo e cômico, “colocando o leitor num mundo de sonhos como um poderoso imã” Ver em Kakutani, Michiko. “Imagining How Time Might Behave Differently” em *The New York Times*, 5 jan. 1993. Disponível em: http://www.hep.yorku.ca/menary/courses/phys2040/misc/einsteins_dreams_reviews.html>, acessado em 06 nov. 2010.

a ele destinado. Cada leitor fará um percurso diferente, que depende da sua própria experiência de vida. Dizer ao leitor logo no início como ele deve pensar a respeito do tema simplesmente cancela a viagem (LIGHTMAN, 1993, p. 187).

Não podemos caracterizar a obra de Lightman como um manifesto panfletário em nome de Einstein e da Teoria da Relatividade, porém podemos através de seu discurso identificar a hipótese de elevar a ciência ao status de arte, sujeita a diferentes interpretações, dependendo do histórico do leitor. Nessas diferentes interpretações podemos inscrever os “sonhos” de Albert Einstein.

A partir desse momento a pesquisa identificará de que forma a teoria da relatividade aparece num romance de ficção científica.

7 - Tau Zero: a contrafactualidade e a extrapolação dos conceitos relativísticos

O romance de ficção científica “Tau Zero” foi publicado originalmente em 1970 pelo escritor, e físico de formação, Poul Anderson. Esta narrativa está inserida no contexto de uma *hard science fiction*, que indica como os conceitos e fenômenos inerentes às “ciências exatas ou físicas” são emulados ou extrapolados na narrativa (ALLEN, 1974, p. 22).

A obra relata a expedição de 50 tripulantes ao sistema da estrela Beta Virginis, distante por volta de 32 anos-luz da Terra, em uma nave espacial que desloca-se através de um sistema de aceleração constante. A possibilidade de viajar essa distância é justificada nos primeiros capítulos do romance:

Consideremos: um único ano-luz é um abismo inconcebível. Mensurável, mas inconcebível. Numa velocidade comum (digamos, na marcha razoável para um carro no tráfego de uma megalópole — dois quilômetros por minuto) consumiríamos quase nove milhões de anos para cruzá-lo. Nas vizinhanças do sol, as estrelas estão a uma média de nove anos-luz de distância. Beta Virginis estava a trinta e dois. Não obstante, tais espaços podiam ser vencidos. Uma nave acelerada continuamente à gravidade um viajaria meio ano-luz em pouco menos de um ano, E se deslocaria muito próximo da velocidade extrema, trezentos mil quilômetros por segundo (ANDERSON, 1983, p. 54).

Por conta dos fenômenos relativísticos de contração do espaço e dilatação do tempo, no referencial da nave se passariam cinco anos para se “vencer” essa distância.

Por se tratar de uma *hard science fiction*, os fenômenos físicos são tratados com certa precisão e detalhamento na narrativa. Quanto à abordagem desses fenômenos, se verifica que os fenômenos da TER se incorporam na narrativa num momento em que a humanidade já desenvolveu uma tecnologia para viagens interestelares em velocidades próximas à da luz. Dessa forma os

fenômenos relativísticos são assumidos nessa narrativa, como naturais à sociedade. Sob esse ponto de vista, utilizando os referenciais de Allen (1974, p. 22) e Piassi (2009, p. 532) podemos caracterizar o romance como uma história extrapolativa, pois o conhecimento de uma ciência, no caso da TER, é “projetado logicamente” para o futuro de forma que se caracterize como os possíveis próximos passos dessa ciência (ALLEN, 1974, p. 22). No entanto, num certo sentido, a obra retrata as aspirações da incerteza da sociedade quanto a alguns fenômenos científicos – no caso representado através da colisão da nave espacial com uma nebulosa – podemos associar à obra, de acordo com a definição de Piassi (2009, p. 530), elementos especulativos. Isso demonstra a dificuldade em classificar uma obra de ficção. Por questões metodológicas, e por conta da precisão científica da obra, iremos assumir uma posição crítica de que “Tau Zero” é uma ficção científica extrapolativa:

... esses elementos não rompem a barreira do conhecimento científico na medida que se tratam de especulações a respeito de situações previstas por esse conhecimento e não de violações ao que é afirmado pela ciência (PIASSI, 2007, p. 399).

Realmente os modelos adotados pelo autor da obra, refratam as concepções de ciência da época, um exemplo disso é o sistema de propulsão da nave, o motor Brussard. Esse sistema é baseado num projeto do físico estadunidense Robert W. Brussard (1928 – 2007) e consiste em utilizar o hidrogênio existente no meio estelar. Por conta disso, reforça a hipótese deste romance de ficção científica se configurar como uma obra extrapolativa.

Para Piassi (2009, p. 532), os elementos decorrentes de uma história extrapolativa, “fornecem material rico de discussão a respeito de conceitos, leis e fenômenos” de forma que permitem a análise das “várias relações estabelecidas pela narrativa”. Dessa forma, acreditamos que, principalmente do ponto de vista conceitual, “Tau Zero” se configura como uma ótima opção de romance de ficção científica para se trabalhar com conceitos relativos de espaço e tempo.

A correção científica do autor é tão detalhada que está explícito na narrativa a expressão matemática decorrente das transformações de Lorentz, caracterizado no romance como fator tau.

Um ano após a partida, Leonora Christine estava perto de sua velocidade máxima. Levaria trinta e um anos para cruzar o espaço interestelar e mais um ano para desacelerar quando se aproximasse da estrela-alvo.

Mas isso é uma afirmação incompleta. Ela não leva em conta a relatividade. Precisamente porque há uma velocidade absolutamente limite (na qual a luz viaja no vácuo, assim como neutrinos), há uma interdependência do espaço, tempo, matéria e energia. O fator *tau* introduz as equações. Se *v* é a velocidade (uniforme) de uma espaçonave, e *c* a velocidade da luz, então tau é igual:

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Quanto mais perto *v* estiver de *c*, mais perto tau estará de zero (ANDERSON, 1983, p. 76-77).

Podemos notar na narrativa a preocupação do autor em detalhar com cautela e precisão os fenômenos do ponto de vista da teoria da relatividade, deixando evidente determinadas características decorrentes dos postulados einsteinianos: que a luz viaja no vácuo, ou seja, não preciso de um meio etéreo de propagação, e que a velocidade *v* é uniforme, ou seja, estamos tratando explicitamente da Teoria Especial da Relatividade.

Conforme o excerto da obra em análise confirma, o intervalo de tempo que a nave espacial levaria para acelerar até sua velocidade máxima, é o mesmo intervalo de tempo em que a nave espacial levaria para desacelerar para chegar com segurança ao sistema Beta Virginis.

A nave entra em rota com uma nebulosa, de forma que seu sistema de desaceleração é danificado. Por conta disso, os tripulantes ficam sujeitos a uma nave espacial que não para de acelerar, ou seja, dessa forma o fator tau

vai se aproximando cada vez mais de zero, portanto os fenômenos de dilatação do tempo, contração do espaço e aumento da massa acontecerão numa amplitude maior ainda. Dessa forma a contrafactualidade na narrativa passa a existir por conta desses fenômenos:

Na FC, a construção do contrafactual acontece, portanto, a partir de um fato conhecido cientificamente, contrapondo-se a ele por meio da apropriação do discurso científico, seja mediante o plano da expressão (terminologias, léxicos, imagens), seja por intermédio do plano do conteúdo (conceitos, relações, processos de raciocínio). (PIASSI E PIETROCOLA, 2009, p. 529).

O autor nessa obra utiliza a teoria da relatividade como pressuposto teórico básico para os fenômenos observados na obra. Além disso, os fenômenos são tratados de forma “natural” a seus personagens, ou seja, para os personagens os fenômenos relativísticos são inerentes ao seu cotidiano, não possuindo nenhum caráter de fantástico ou de absurdo. Esse tipo de abordagem é comum na ficção científica, a que L. David Allen (1974, p.237) denomina de “suspensão da incredibilidade”, ou seja, a hipótese científica estabelece um sentido de verossimilhança cotidiana a seus personagens.

7.1 – Instância de produção e análise discursiva do texto

Observando a instância de produção como um item necessário para compreender o discurso ideológico do autor, já destacamos que Paul Anderson está inserido dentro da ficção científica de gênero *hard science fiction* que é delimitada por um aprofundamento dos fenômenos inerentes às ciências exatas. Como podemos ver neste trecho:

O efeito de Doppler operava simultaneamente. Como estava se afastando das ondas de luz que a alcançavam da popa, do seu ponto de vista o comprimento dessas ondas aumentava e sua frequência diminuía. Da mesma maneira, as ondas na direção das quais a proa mergulhava tornavam-se mais curtas e mais

rápidas. Assim, os conjuntos à ré pareciam sempre mais vermelhos e os conjuntos à frente mais azuis (ANDERSON, 1983, p. 54).

Neste trecho evidenciamos um discurso típico dessa categoria de ficção científica. A obra necessariamente não se propõe a fins didáticos, no entanto, o autor justifica seus argumentos através do fenômeno físico e o nomeia, cabendo ao leitor, se tiver interesse, aprofundar sobre o efeito Doppler.

A narrativa adquire uma característica folhetinesca, valendo-se de clichês de personagens – militar herói, cientista maluco, comandante inseguro e a musa da narrativa, esta última descrita assim:

O olhar do funcionário a admirou. Era alta e bem proporcionada, com feições harmoniosas, olhos azuis muito abertos, cabelos louros cortados logo abaixo das orelhas. Seus trajes civis pareciam mais elegantes do que era habitual numa mulher do espaço; as cores suaves e esplêndidas, os tecidos graciosos do neomedieval lhe caíam bem (ANDERSON, 1983, p. 9).

A personagem descrita nesse trecho no romance é Ingrid Lindgren, uma oficial da expedição, responsável por questões administrativas referentes à expedição, nas palavras da própria personagem seu trabalho na nave espacial tem mais a ver com “relações humanas” do que propriamente com a “astronáutica” (ANDERSON, 1983, p. 14).

Dentro da instância de produção da obra, identificamos a presença da mulher no contexto da exploração espacial. O período em que este livro retrata é caracterizado pela consolidação do movimento feminista e da reivindicação dos postos sociais às mulheres. De fato, no período de Guerra Fria, a presença da mulher na corrida espacial não era evidenciada, sendo que os pilotos e cientistas envolvidos nesse momento histórico eram formados em sua maioria por homens. Já na ficção científica já era possível identificar a presença protagonista da mulher, como no filme *Barbarella* de 1967, em que a protagonista é uma aventureira espacial.

O personagem masculino principal da narrativa é o militar Charles Reymont, responsável pela segurança da expedição, torna-se inicialmente o interesse romântico da personagem feminina descrita anteriormente. A personalidade desse herói é construída através de posições ideológicas decorrentes de sua “moralidade primitiva do homem pobre” (ANDERSON, 1983, p. 83).

A obra relata um período em que a Suécia é a principal potência mundial, entretanto ecos da Guerra Fria estão presentes na narrativa. Em determinado momento, o autor afirma que “embora a tripulação falasse sueco, alguns não o falavam bem. Para os cientistas, o inglês e o russo continuavam sendo as principais línguas internacionais” (ANDERSON, 1983, p. 29).

Remetendo-nos ao conceito de polifonia bakhtiniana, identificamos diferentes vozes no discurso das personagens. Enquanto identificamos uma oficial sonhadora e romântica (ANDERSON, 1983, p. 13), encontramos um personagem masculino conservador e fechado (ANDERSON, 1983, p. 44).

7.2 – Aspectos semióticos da obra

A narrativa de Tau Zero utiliza de forma explícita os conceitos inerentes à TER. Tais fenômenos são explicitados de formas distintas na narrativa: antes do acidente com a nave espacial e após o acidente com a nave espacial. Observemos o trecho da obra em que ocorre essa transformação:

Leonora Christine estava se aproximando do terceiro ano de sua jornada, ou do décimo ano a contar do tempo das estrelas, quando o desastre atingiu. (ANDERSON, 1983, p. 89).

No nível fundamental da narrativa, no momento em que os personagens ainda não foram expostos ao acidente a transformação de um tempo absoluto em um tempo relativo, adquire as características de disforia para o primeiro e euforia para o segundo. Entretanto, a partir do momento em que o sistema de

aceleração é danificado, os personagens atribuem um sentido disfórico para o tempo relativo e eufórico para o tempo absoluto.

A iminência da morte aos passageiros transforma os valores na história, o que no nível discursivo, indica que a espacialidade e a temporalidade da narrativa transformam os actantes. Esses personagens que viam a liberdade, a esperança e a vida na possibilidade de atingir velocidades relativísticas, observam a presença do medo e da repressão perante a morte.

Nesse aspecto podemos identificar que num nível narrativo a sequência canônica na tabela abaixo:

Quadro 02: Etapas do nível narrativo

Fase	Narrativa
Manipulação	Os personagens são tentados a buscarem a vida em outros sistemas estelares através da nave <i>Leonora Christine</i> . (Capítulos 1- 4)
Competência	Atingir as velocidades relativísticas, que são calculadas através do fator <i>tau</i> . (Capítulos 5-6)
Performance	A nave espacial atingir essas velocidades, através do motor <i>Bussard</i> . (Capítulos 6-7)
Sanção	Constatar a dilatação do tempo (Capítulo 7)

Pelo fato da narrativa tratar da possibilidade da humanidade viver em outros sistemas planetários, encontramos no nível fundamental da narrativa o objeto de valor que é a vida, de forma que podemos construir o seguinte quadrado semiótico:

Figura 05: Quadrado semiótico /vida/ versus /morte/

Quando ocorre o acidente com o sistema, os tripulantes estão com suas vidas ameaçadas por conta da alta velocidade da nave espacial, passam para um estágio de não-vida. Se o herói da narrativa conseguir restabelecer as condições iniciais da nave, os personagens que estavam sujeitos à morte passam para o estágio de não-morte. Esse último estágio possibilita aos tripulantes a conquista de seu objeto de valor.

Ao analisarmos a possibilidade da espaçonave percorrer distâncias inimagináveis para as velocidades comuns de corpos materiais mecânicos:

Um ano após a partida, Leonora Christine estava perto de sua velocidade máxima. Levaria trinta e um anos para cruzar o espaço interestelar e mais um ano para desacelerar quando se aproximasse da estrela-alvo.

Mas isso é uma afirmação incompleta. Ela não leva em conta a relatividade. Precisamente porque há uma velocidade absolutamente limite (na qual a luz viaja no vácuo, assim como neutrinos), há uma interdependência do espaço, tempo, matéria e energia (ANDERSON, 1983, p. 76).

Nesse momento o autor apresenta os aspectos relativos de espaço, tempo, matéria e energia conceituados pela teoria da relatividade e descreve ainda os paradoxos temporais evidenciados nos fenômenos relativísticos:

Além disso, se o observador "estacionário" pudesse comparar os relógios da nave com o seu, veria uma discordância. O interlúdio entre dois eventos (como o nascimento e a morte de um homem) medidos a bordo da nave onde ocorrem, é igual ao interlúdio que o observador mede... multiplicado por tau. Poderíamos dizer que o tempo move-se proporcionalmente mais devagar numa espaçonave (ANDERSON, 1983, p. 77).

Quando analisamos os aspectos do nível discursivo do texto percebemos que a narrativa transforma o espaço de liberdade e de sonho, no momento em que tripulantes estão à procura de uma nova vida em outro sistema planetário, em um espaço de autoritarismo e angústia a partir do

momento em o sistema de desaceleração da nave para de funcionar e o objeto de valor se transforma no processo de enunciação.

8 - Considerações Finais

À guisa de conclusão

Inicialmente podemos refletir na seguinte questão. De que forma essas obras literárias possibilitam o conhecimento em Física? Ou ainda nos remeter à Snyders (1988) e reformular a questão: essas obras possibilitam trazer satisfação cultural ao conhecimento em Física? Ou ainda, remetendo desta vez à Zanetic (1990): a leitura desses romances num processo de ensino-aprendizagem em Teoria da Relatividade possibilita um diálogo inteligente com o mundo, de forma que o estudante perceba que a Física também é Cultura?

Numa primeira reflexão, podemos identificar que tais obras contemplam os aspectos conceituais que norteiam a Teoria Especial da Relatividade, o que num certo olhar, já possibilita a utilização dessas no ensino da teoria. No entanto, o objetivo de construir um espaço de leitura nas aulas de Física, norteia novos horizontes ao processo pedagógico, estabelecendo um sentido à produção de subjetividade nas aulas de ciências, permitindo que os estudantes se tornem sujeitos de um estranhamento cognitivo que externalize a sua visão crítica acerca da natureza. São nesses pontos que acreditamos que o conhecimento em TER, através dos três romances analisados, tem de mais fascinante a oferecer. Vejamos algumas considerações a respeito de cada obra.

Tempo, espaço e tio Albert!

Uma característica que favorece a utilização de “O tempo e o espaço do tio Albert” em sala de aula é a de que os conceitos relativos de massa, espaço, tempo e simultaneidade estão dispostos em capítulos distintos e sequenciais. Por conta disso, a leitura sequencial da obra pode ser mediada pelo professor, levando em consideração os fenômenos a serem tratados e a dinâmica da narrativa. Observando esse fator, o mediador desse trabalho pode levar em consideração momentos-chave que agucem a curiosidade do estudante, dessa forma se a leitura não for realizada integralmente em sala de aula, o estudante terá interesse em concluir a leitura da obra em outro espaço não-formal.

A visão sociológica da obra também permite ao estudante refletir sobre o processo educacional do qual participa. O fato da protagonista da narrativa buscar o conhecimento fora do ambiente escolar implica na necessidade de um diálogo sobre a forma que a ciência é apresentada no cotidiano escolar. Portanto esse tipo de discussão se configura como um momento para que o professor reveja sua própria condição de enunciador do conhecimento no espaço escolar e permita que seus estudantes participem da construção de um espaço dialógico em sala de aula.

Um obstáculo que “O tempo e o espaço do tio Albert” permite transgredir é o de que a imaginação não está presente no saber científico e de que a criatividade não é levada em consideração no fazer científico. A superação desse obstáculo é o próprio “balão de pensamento”, que permite que o estudante reflita sobre a natureza da luz e como a sua invariância altera as propriedades espaciais e temporais.

O fato de a luz possuir velocidade constante já causa um estranhamento ao estudante. A consequência de essa propriedade modificar a noção de espaço e tempo que temos, decorrente do senso comum, além de um estranhamento maior ainda, causa uma empatia com o estudante. A partir do momento que o aluno percebe que sua relação com o espaço e o tempo não é da forma que pensava, a sua relação com essas grandezas, configura-se a possibilidade do estudante se interessar pelos aspectos imaginativos que, também, é presente na ciência, e “O tempo e o espaço do tio Albert” demonstra numa forma muito clara, com o sujeito dentro da narrativa. Esse enigma do tempo e do espaço favorece a reflexão tanto do aluno com tendências para pensador “racional” quanto para pensador “que apela para o fantástico” (ZANETIC 2009, p. 298).

A propulsão do imaginário na ciência e a elaboração de uma teoria científica são fatores que são abordados também em “Sonhos de Einstein”.

Sonhar na escola?

A estrutura da narrativa de “Sonhos de Einstein” permite que a leitura da obra em sala de aula seja realizada de forma não-linear, ou seja, dependendo da intenção do professor, a leitura pode ser direcionada nos aspectos biográficos da obra ou nas diferentes temporalidades expressas no romance.

Dessa forma, a leitura da obra permite tanto uma abordagem social e histórica, contextualizada com os aspectos culturais da ciência, quanto uma abordagem em nível epistemológico e filosófico, configurando na percepção de conjecturas sobre a natureza, podendo ser estendida ao conhecimento, refletindo sobre de que forma a ciência concebe o saber.

Esse é um fator que a literatura tem de especial, propulsionar subjetividades no leitor, inferindo sobre seu espaço-tempo, concebendo visões de mundo e refletindo sobre o seu limite perante o Universo, limite esse que é contemplado em “Tau Zero”.

O que leva ao infinito.

A história de Tau Zero possui a característica de tornar a Teoria da Relatividade um fenômeno cotidiano aos seus personagens. Das três obras analisadas, é a que explora os fenômenos relativísticos com mais profundidade. Essa profundidade não se estabelece apenas aos conceitos, mas também às consequências de estar sujeito aos limites da ciência e da natureza.

Apesar da aparente complexidade quanto à abordagem da TER, o seu uso em sala de aula é privilegiado pela narrativa folhetinesca desse romance. Nesse caso, a diversidade de personagens facilita a empatia com o leitor-estudante. A sociedade retratada em “Tau Zero” possibilita a discussão sobre a forma que o desenvolvimento científico e tecnológico pode ao mesmo tempo expandir os limites na natureza, quanto restringir a vida e impor dependências.

Quando levamos um texto de ficção em sala de aula não devemos priorizar a análise superficial de seus fenômenos, restringindo por muitas vezes a apenas discussão dos erros conceituais. Devemos considerar suas

transformações externalizadas à sociedade e suas possíveis consequências nas relações humanas.

Nesse aspecto, conforme nos relata Umberto Eco (1989, p. 171), a ficção científica nos remete ao infinito. Estendemos, principalmente por conta da característica “fantasiosa” da natureza do “fantástico” na Teoria da Relatividade, às outras modalidades de romance analisadas neste trabalho.

A leitura em sala de aula não é uma atividade simples de se realizar, mas é uma opção em discutir a física como um “percurso formativo” de seus alunos (MENEZES, 2009, p. 37). João Zanetic afirma que esse diálogo entre Literatura e Física permite combater a dois tipos de analfabetismo: o literário e o científico (ZANETIC, 2006, p.54). Para que a formação dos estudantes se consolide através da presença de um espaço dialógico em sala de aula, não devemos menosprezar que a própria posição do estudante perante seu espaço e tempo é importante para ser levada em conta na construção de uma cultura literária e científica.

Podemos dessa forma nos reportar a Snyders que afirma que a “vocação da escola é ser uma ponte entre as pessoas e a participação na cultura” (SNYDERS, 2001, p. 90). Nesse sentido, acreditamos que os romances analisados por essa pesquisa, junto aos valores culturais que tangem a Teoria Especial da Relatividade, permitem uma aproximação do estudante ao saber científico e manifestá-lo no seu conhecimento. Nesse sentido se estabelece uma satisfação cultural que reconhece a natureza do Espaço e do Tempo, também, como Cultura.

Referências Bibliográficas

- ABBOTT, E. **Planolândia**. Tradução de Alessandro Cí'eco Engenheiro. São Paulo: Conrad, 2002.
- ABIKO, S. The Light-velocity postulate. In: **Science & Education**, 14, p. 353-365, 2005.
- ADORNO, T. A indústria cultural. In: COHN, G. (org.) **Comunicação e Indústria Cultural**. p. 287-195. São Paulo: Cia. Ed. Nacional, 1977.
- _____. ; HORKHEIMER. A Indústria Cultural: O Iluminismo como mistificação das massas. In: ALMEIDA, J.M.B. (org.) **Indústria Cultural e Sociedade**. p. 7-74. São Paulo: Paz e Terra, 2007.
- AGUIAR JÚNIOR, O. G. Um modelo piagetiano de ensino como ferramenta para o planejamento do ensino e a avaliação da aprendizagem. In: **Pesquisa em Educação em Ciências**, v.6, n. 2, Belo Horizonte, p. 1-21, 2004.
- ALLEN, L. D. **No mundo da ficção científica**. Tradução de Antônio Alexandre Faccioli e Gregório Pelegi Toloy. 1ª Ed. São Paulo: Sumus Editorial, 1974.
- ALMEIDA, M. J. P. M. ; SILVA, H. C. ; MACHADO, J.L.M. Condições de produção no funcionamento da leitura na educação em física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Porto Alegre, v. 01, n. 01, p. 05-17, 2001.
- ANDERSON, P. **Tau Zero**. Traduzido por Mário Molina. Rio de Janeiro: Francisco Alves Editora, 1983.
- ARRIASSECQ, I.; GRECA, I. M. Introducción de la teoría de la relatividad especial en el nivel medio/polimodal de enseñanza: identificación de teoremas – en – acto y determinación de objetivos – obstáculo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 11, n. 2 p. 189-218, 2006.
- _____. A Teaching–Learning Sequence for the Special Relativity Theory at High School Level Historically and Epistemologically Contextualized. In: **Science & Education**, on line, Disponível em:

<<http://www.springerlink.com/content/1vp2k48x334h3251>>. Acesso em: 2 jan. 2011.

- ASSIS, A.K.T. **Mecânica Relacional**. Campinas: UNICAMP, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, 1998.
- AVRAAMIDOU, L; OSBORNE, J. The Role of Narrative in Communicating Science. In: **International Journal of Science Education**, vol. 31, n. 12, p. 1683 — 1707, 2009.
- BACHELARD, G. O novo espírito científico. In: PESSANHA, J.A. (org). **Os Pensadores – Bachelard**. Tradução de Remberto F. Kuhnen. p. 89 – 179 São Paulo: Abril Cultural, 1978.
- _____. **A Epistemologia**. Tradução de Fátima L. Godinho e Mário C. Oliveira. Lisboa: Edições 70, 2006.
- BAPTISTA, A.M.H. Literatura e Ciência: Alan Lightman, um físico nas intersecções entre o “real” e o “ficcional”. em **Atas: Colóquio CESIMA Ano X**, São Paulo: Centro Simão Mathias de Estudos em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; FAPESP; Ed.Livraria da Física; Thomson Gale, 2006. 1 CD-ROM.
- _____. **Tempo Memória**. São Paulo: Arké, 2007
- BAKHTIN, M. **Problemas de Poética Dostoiévski**. Tradução de Paulo Bezerra. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1997.
- _____. **Estética da criação verbal**. Tradução de Paulo Bezerra. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- _____. **Questões de literatura e de estética**. Tradução de Aurora Fornoni Bernadidni et. al. 5. Ed. São Paulo: Hucitec, 2002.
- _____. VOLOCHÍNOV, V. N. **Marxismo e filosofia da linguagem: Problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem**. Tradução de Michel Lahud e Yara Frateschi Vieira. 12. ed. São Paulo: Hucitec. 2006.
- BARCA, L. As múltiplas imagens do cientista no cinema. **Comunicação & Educação**, vol. V, ano X, p. 31-39, 2005.
- BARRETO, M. **Einstein para o ensino médio**. São Paulo: Papyrus, 2009.

- BARROS, D. L. P. Dialogismo, polifonia e enunciação. In: **Dialogismo, polifonia, intertextualidade: em torno de Bakhtin**. Organizado por BARROS; D. L. P e FIORIN J. L. p. 1 – 9. São Paulo: Edusp, 1999.
- _____. **Teoria semiótica do Texto**. São Paulo: Ática, 2008.
- BERGSON, H.. **Duração e simultaneidade**. Traduzido por Claudia Berliner. São Paulo: Martins Fontes, 2006.
- BOZELLI, F.C.; NARDI, R. Ensino de Física, analogias e a dinâmica do contexto interativo discursivo em sala de aula. In: **Ensino de ciências e matemática, I: temas sobre a formação de professores**. Organizado por Roberto Nardi. 1. ed. p. 243-258. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.
- BRAGA, S.A. M.; MORTIMER, E. F. Os gêneros de discurso do texto de biologia dos livros didáticos de ciência. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 3, p. 56-74, set./dez. 2003.
- BRAIT, B. Estilo, dialogismo e autoria: identidade e alteridade. VÁRIOS ORGANIZADORES. In: **Vinte ensaios sobre Mikhail Bakhtin**. Petrópolis: Vozes, 2006.
- BRANDÃO, H.H.N. **Introdução à análise de discurso**. 2. ed. Campinas: Editora da UNICAMP, 2004.
- CALDAS, W. **Cultura**. São Paulo: Global, 1986.
- CALVINO, I. Seis propostas para o novo milênio. Tadução de Ivo Barroso. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.
- CÂNDIDO, A. O direito à literatura. In: **Vários Escritos** 3. ed. p.235-263. São Paulo: Editora duas cidades, 1995.
- _____. A personagem no romance. In: **A personagem da ficção**, 51-80. São Paulo: Perspectiva, 1998.
- CARVALHO, R. M. B. Georges Snyders: em Busca da Alegria na Escola. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 15, n. 32, p. 151-170, dez. 1999.
- CARVALHO, S. H. M.; ZANETIC, J. Ciência e arte, razão e imaginação: um projeto de ensino de física moderna para alunos do ensino médio. In: **XVI**

- Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2005, Rio de Janeiro. Atas do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005.
- CARUSO, F; FREITAS, N. Física moderna no ensino médio: o espaço-tempo de Einstein em tirinhas. In: **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 26, n. 2: p. 355-366, ago. 2009.
- CLARKE, A.C. Einstein: Ícone do Século XX. In: ROBSON, A. **Einstein: 100 anos de relatividade**. Tradução de Regina Lyra e Marco Moriconi. p. 235 – 240. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- COSSON, R. **Letramento literário: teoria e prática**. São Paulo: Contexto, 2006.
- DARRIGOL, O. The mistery of the Einstein-Poincaré connection. In: **Isis vol. 95**, n. 4 p. 614-626, 2004.
- DEYLLLOT, M. E. C; ZANETIC, J. Ler palavras, conceitos e o mundo: o desafio de entrelaçar duas culturas. In: **IX encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2004, Jaboticatubas. Atas do IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2004.
- DOSTOIÉVSKI, F. **Os Irmãos Karamázov**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Ed. 34, 2008.
- EAGLETON, T. **Teoria da Literatura: Uma introdução**. Tradução de Waltensir Dutra 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.
- EINSTEIN, A. Os fundamentos da teoria da relatividade geral In: **Textos Fundamentais da Física Moderna, vol 1**, traduzido por Mário José Saraiva, 141-214. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 2001.
- _____. Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento. In: **O Ano Miraculoso de Einstein**. Tradução de Alexandre Carlos Tort, p. 143-182. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2005.
- _____. **Notas Autobiográficas**. Tradução de Aulyde Soares Rodrigues. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982.
- _____.; INFELD **A Evolução da Física**. Rio de Janeiro, 2008.
- ECO, U. Os mundos da ficção científica. In: **Sobre os espelhos e outros ensaios**. Traduzido por Beatriz Borges. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1989. p. 166-172.

- ELICHIRIGOITY, M. T. P. A formação do sentido e da identidade na visão bakhtiniana. In: **Cadernos de Letras da UFF**, v. 34, Niterói, p. 181-206, 2008.
- FEYNMAN, R; LENGHTON, R.B; SANDS, M. **Lições de Física vol. 1**. Tradução de Adriana V.R. da Silva e Kaline R. Coutinho. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- FIOLHAIS, C. Einstein e o Prazer da Física. In: **Física na Escola**, vol.6, n. 1, 2005.
- FIORIN, J. L. **Em busca do sentido**. São Paulo: Contexto, 2008.
- _____. **Elementos de análise do discurso**. São Paulo: Contexto, 2009.
- FLORENCIO, R. A. T. A polifonia no discurso publicitário como recurso pedagógico. In: **Anais do V Congresso de Letras**, 2005, Caratinga. V Congresso de Letras, 2005. p. 47-53. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.unec.edu.br/ojs/index.php/unec02/article/view/211/290>>. Acesso em 12 fev. 2011.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- _____. **A importância do ato de ler**. São Paulo: Cortez, 2001.
- FRIEDMAN, A. J. Physics and literature in this century: a new course. In: **Phys. Educ.** 8 305. p. 305 – 308, 1973. Disponível em: <<http://iopscience.iop.org/0031-9120/8/5/001>>. Acesso em 01 fev. 2010.
- _____. ; DONLEY, C. C. **Einstein as myth and muse**. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.
- FURLANETTO, M. M. Argumentação e subjetividade no gênero: o papel dos TOPOI. In **Linguagem em (Dis)curso**, v. 6, n. 3, Tubarão, p. 519-546, set./dez, 2006.
- GALIZIA, L.R. **Os processos criativos de Robert Wilson**. São Paulo Perspectiva, 2005.
- GERALDI, J. W. A leitura na sala de aula: As muitas faces de um leitor. **Série Idéias**, n. 5. São Paulo: FDE, 1988. 79-84.
- GIRALDELLI, C. G. C. M.; ALMEIDA, M. J. P. M. Leitura coletiva de um texto de literatura infantil no ensino fundamental: algumas mediações pensando

- o ensino das ciências. **Ensaio**. Pesquisa em Educação em Ciências, v. 10, p. 1-19, 2008.
- GLASS, P. Einstein e a música. In: ROBSON, A. **Einstein: 100 anos de relatividade**. Tradução de Regina Lyra e Marco Moriconi. p. 153 – 155. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- GRAESSER, Arthur C. et al. Verification of Statements about Story Worlds That Deviate from Normal Conceptions of Time: What Is True about Einstein's Dreams? In: **Cognitive Psychology**, n. 35, p. 246-301, 1998.
- GROCH, T. M; BEZERRA JR, A. G. O ensino de relatividade restrita e geral nos livros didáticos do PNLEM 2009. In: **XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009, Vitória/ES. Atas do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2009.
- GOMES, E. F. ; AMARAL, S.C.M. do ; PIASSI, L.P.C. A Máquina do Tempo de H.G. Wells: uma Possibilidade de Interface entre Ciência e Literatura no Ensino de Física. **Ensino, Saúde e Ambiente: Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências**, v. 3, p. 144-154, 2010.
- GOMBRICH, E. **História da Arte**. São Paulo: LTC Editores, 2000.
- GREIMAS, A. J. **Semântica estrutural**. São Paulo: Cultrix, Edusp, 1973.
- _____. **Semiótica do discurso científico. Da modalidade**. Tradução de Cidmar Teodoro Pais. São Paulo: Difel/SBPL, 1976.
- _____. ; COURTÉS, J. **Dicionário de semiótica**. São Paulo: Contexto, 2008.
- GREENE, B. **O Universo Elegante**. São Paulo: Cia. das Letras, 2005.
- GUNNING, T. D.W. **Griffith and the origins of American narrative film: the early years at Biograph**. Champaign: University of Illinois Press, 1993.
- GUERRA, A.; BRAGA, M. A.; REIS, J. C. Teoria da Relatividade restrita e Geral no programa de mecânica do Ensino Médio: uma possível abordagem. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 575-583, dez. 2007.
- _____. Tempo, espaço e simultaneidade: uma questão para os cientistas, artistas, engenheiros e matemáticos no século XIX. In: **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 27, n. 3: p. 568-583, dez. 2010.

- HALPERN, P. **Os Simpsons e a Ciência**. Tradução de Samuel Dirceu. São Paulo: Novo Conceito Editora, 2008.
- HEWITT, P. **Física Conceitual**. Tradução de Trieste Ferreira Ricci e Maria Helena Gravina. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- IRESO, G. Introducing relativistic mass: the “ultimate speed experiment” of William Bertozzi revisited. **Physics Education**, 33, 3, p. 182-186. may 1998. Disponível em: <<http://iopscience.iop.org/0031-9120/33/3/019>>. Acesso em out. 2010.
- ISAACSON, W. **Einstein: sua vida e seu universo**. Tradução de Celso Nogueira. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.
- JEROME, F. Einstein, Race, and the Myth of the Cultural. In: **Isis**, vol. 95, n. 4. p. 627 – 639, dec. 2004.
- KAKALIOS, J. **The physics of superheroes**. New York: Gotham Book, 2005.
- KAKU, M. **Hiperespaço**. Rio de Janeiro: Rocco, 2000.
- KANT, I. **Crítica da Razão Pura**. Tradução de Manuela Pinto Santos e Alexandre Fradique Morujão. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.
- KARAM, R. A. S. ; CRUZ, S. M. S; COIMBRA, D. **Relatividades no ensino médio: o debate em sala de aula**. Revista Brasileira de Ensino de Física (São Paulo), v. 29, p. 105-114, 2007.
- KIOURANIS, N. M. M. *et al.* Experimentos mentais e suas potencialidades didáticas. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n1, São Paulo, Mar. 2010.
- KNIGHT, D. Trabalhando à luz de duas culturas. In: ALFONSO-GOLDFARB, A M; BELTRAN, M.H. **Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. Traduzido por Márcia do Carmo Felismino Fusaro, p.147-163 . São Paulo: EDUC/Editora Livraria da Física/Fapesp, 2004.
- KÖHNLEIN, J. F. K; PEDUZZI, L.O.Q. Uma discussão sobre a natureza da ciência no Ensino Médio: um exemplo com a Teoria da Relatividade Restrita. In: **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 22, n. 1: p. 36-70, abr. 2005.

- KOSMINSKY, L. ; GIORDAN, M. . Visões sobre Ciências e sobre o Cientista entre Estudantes do Ensino Médio. In: **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 15, p. 11-18, 2002.
- KUZNETSOV, B. **Einstein**. Tradução de Frederico Montenegro. Lisboa: Editorial Presença, 1965.
- LATOUR, B. A Relativistic Account of Einstein Relativity. In: **Social Studies of Science**, London, vol. 18, p. 3-44, 1988.
- LIGHTMAN, A. **Sonhos de Einstein**. Traduzido por Marcelo Levy. São Paulo: Companhia das Letras, 1993.
- _____. “Viagens no tempo e o cachimbo do vovô” em **Viagens no tempo e o cachimbo do vovô Joe e outros ensaios**. Traduzido por Carlos Afonso Malferrari. São Paulo: Companhia das Letras, 1993.
- _____. **Great ideias in Physics**. New York: McGraw-Hill, 2000.
- _____. O físico como romancista. In: HAWKING, Stephen et al. **O futuro do espaço-tempo**. Tradução de José Viegas Filho. São Paulo: Companhia das Letras, 2005. P. 181-202.
- LOPES, E. Discurso Literário e Dialogismo em Bakhtin. In: BARROS, D. P. L; FIORIN, J. L. **Dialogismo, Polifonia, Intertextualidade: Em torno de Bahktin**. São Paulo: Edusp, 1999.
- LOWREY, C.H.; VENKATESAN, P. Making Science Acessible: A Semiotics of Science Communication. In: **Biosemiotics**, v.1, n. 2, p. 253-269, jul. 2008.
- LUCKHURST, N. **Science and structure in Proust's A la recherche du temps perdu**. New York: Oxford University Press, 2000.
- MACH, Ernst. **The Science of Mechanics – A critical and historical account of its development**. 4th ed. Translated by Thomas J. Cormack. London: The Open Court Publishing Co., 1919.
- MARTINS, A.F.P. **Tempo Físico: A construção de um conceito**. Natal: Editora da UFRN, 2007.
- MARTINS, R. de A. “A dinâmica relativística antes de Einstein.” em **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. 1 (2005): 11 - 26, disponível em Grupo de História e Teoria da Ciência, <<http://ghtc.ifi.unicamp.br/pdf/ram-108.pdf>> (acessado em 25 de agosto de 2008).

- MAINGUENEAU, D. Discurso e análise do discurso. In: SIGNORINI, I. (org.) [Re]discutir texto, gênero, discurso. p. 135-156. São Paulo: Parábola Editorial, 2008.
- MENEZES, L.C. de. **A Matéria uma aventura do espírito: fundamentos e fronteiras do conhecimento físico**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2005.
- _____. Ensino de Física: Reforma ou Revolução? In: MARTINS, A. F. P. (org.) **Física ainda é cultura?** São Paulo: Editora Livraria da Física p. 25-45, 2009.
- MERLEAU-PONTY, J. **Einstein**. Lisboa: Flammarion, Instituto Piaget, 2003.
- MILLER, A. Einstein, Picasso. In: **Physics Education**. 39, p. 484-489, 2004.
- MINKOWSKI, H. “Espaço e Tempo” em **Textos Fundamentais da Física Moderna**, vol 1, traduzido por Mário José Saraiva, 93-116. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 2001.
- MOISÉS, M. **Dicionário de Termos Literários**. São Paulo: Cultrix, 2004.
- MONTEIRO, M. A; NARDI, R. As Abordagens dos Livros Didáticos Acerca da Física Moderna e Contemporânea: Algumas Marcas da Natureza da Ciência. In: Atas do **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/sys/resumos/t0068-1.pdf>>. Acesso em out. 2010.
- MOREIRA, I. de C. Poesia na sala de aula de ciências? A literatura poética e possíveis usos didáticos. **Física na Escola**. vol 3. nº 1. p. 17-23, mai. 2002.
- _____. ; STUART, N. Einstein e a divulgação científica. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 30, p. 125-142, 2005.
- NAVES, M.C.B. **La novela**. Madrid: Sintesis, 1993.
- NEVES *et al.* Galileu fez o experimento do plano inclinado? In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 7** num. 1. p. 226-242. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART11_Vol7_N1.pdf>. Acesso em 21 mai. 2011.

- NEWTON, I. *Princípios Matemáticos de Filosofia Natural*. In: **Os Pensadores**. Tradução de Carlos Lopes de Mattos e Pablo Rubén Mariconda. 1-23 São Paulo: Abril Cultural, 1979.
- OLSCHOWSKY, J.C. Representações de Cientistas na narrativa de ficção no cinema e na divulgação científica. In: **XII Seminário Nacional e III Seminário Interacional Mulher e Literatura - Gênero, Identidade e Hibridismo Cultural**, 2007, Ilhéus/BA.
- OLIVEIRA, A. A.; ZANETIC, J. Critérios para analisar e levar para a escola a ficção científica. In: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. **Ata do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Curitiba: UFTPR, 2008. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/sys/resumos/T0126-2.pdf>>. Acesso em 02 abr. 2010.
- OLIVEIRA, S. L. R. "CineCiência" – O cientista na Ficção Científica Norte-Americana. In: **Ciência & Comunicação**, vol. 2, n. 2, São Paulo, julho de 2005. Disponível em: <<http://www.jornalismocientifico.com.br/revista/02/artigos/artigo7.asp>>. Acesso em 02 abr. 2011.
- OLIVEIRA JÚNIOR *et al.* Relatividade restrita nos livros didáticos do ensino médio na última década: um estudo de caso. In: **XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. Manaus**, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0075-2.pdf>>. Acesso em 03 fev. 2011.
- ORLANDI, E.P. **Análise de discurso: princípios e procedimentos**. 6. ed. Campinas: Pontes, 2005.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M.A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio". In: **Investigações em Ensino de Ciências**, vol.5, n. 1, Porto Alegre, p.23-48, 2000.
- OSTERMANN, F.; RICCI, T.F. Relatividade restrita no ensino medio: contração de Lorentz-Fitzgerald e aparência visual de objetos relativísticos em livros

- didáticos em ensino de física. In: **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 19, n.2: p. 176-190, ago. 2002.
- OWENS, C. "Einstein on the Beach": The Primacy of Metaphor. In: **The MIT Press**, vol. 4, pag. 21-32. October, 1977. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/pdfplus/778477.pdf>>. Acesso em 23 dez. 2010.
- PÊCHEUX, M. Análise automática de discurso. In: **Por uma análise automática de discurso: Uma introdução à obra de Michel Pêcheux**. Tradução de Eni Pulcinelli Orlandi. 3. ed. p. 61-162. Campinas: Editora da Unicamp, 1997.
- PÉREZ, H; SOLBES, J. Algunos problemas en la enseñanza de la relatividad. In: **Enseñanza de la Ciencias**, 23, 1, p. 135-146, 2003.
- PIASSI, L. P. C. **Contatos: A ficção científica no ensino de ciências em um contexto sócio cultural**. Tese de Doutorado. São Paulo: FEUSP, 2007.
- _____. *et al.* O discurso ideológico sobre Aristóteles nos livros didáticos de Física. In: **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 2, p. 1-19, maio/ago. 2009.
- PIASSI, L.P.C.; PIETROCOLA, M. De olho no futuro: ficção científica para debater questões sócio-políticas de ciência e tecnologia em sala de aula. **Ciência & Ensino** v. 1, p. 8, 2007.
- _____. Quem conta um conto aumenta um ponto também em física: Contos de ficção científica na sala de aula. Atas do **XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2007, disponível em <http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/ale/_2007quem.arquivo.pdf> (acessado em 09 de setembro de 2009).
- _____. Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de encontrar erros em filmes. **Educação e Pesquisa** (USP), v. 35, p. 525-540, 2009.
- PIETTRE, B. **Filosofia e ciência do tempo**. Tradução de Maria Antonia Pires de Carvalho Figueiredo. Bauru, SP: EDUSC, 1997.
- PIETROFORTE, A. V. **Semiótica Visual: os percursos do olhar**. São Paulo: Contexto, 2007.

- PIKKARAINEN, E. , The Semiotics of Education: A new vision in an old landscape. In: **Educational Philosophy and Theory**. num. esp. , 2010. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-5812.2009.00632.x/pdf>> Acesso em: 07 ago. 2010.
- PLATÃO **Timeu**. Tradução de Benedito Nunes. Belém: Ed. Universitária UFPA, 2001.
- POINCARÉ, J. H. **Ensaio fundamentais**. Organizado por Antônio Augusto Passos Videira e Ildeu de Castro Moreira. Traduzido por Vera Ribeiro. São Paulo: Contraponto, 2008.
- POULET, G. **O Espaço Proustiano**. Traduzido por Ana Luiza Borralho Martins Costa. Rio de Janeiro: Imago Editora, 1992.
- RAMOS, F. B. *et al.* Práticas de leitura literária em sala de aula. Revista Iberoamericana de Educación, v. 46-2, p. 1-12, 2008.
- ROBSON, A. **Einstein: 100 anos de relatividade**. Tradução de Regina Lyra e Marco Moriconi. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- RODRIGUES, C. D. O; PIETROCOLA, M. A abordagem da relatividade restrita em livros didáticos no ensino médio e a transposição didática. In: **II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 1999, Valinhos. Florianópolis : Clicdata Multimídia, 1999.
- SANTO AGOSTINHO. **Confissões**. São Paulo: Abril Cultural, 1980.
- SANTOS, E. I. *et al.* Produção de atividades de física para o ensino fundamental: Uma análise semiótica do discurso do professor em um ambiente de formação continuada. In: **XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2010, Águas de Lindóia, SP. Atas do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. São Paulo - SP : SBF, 2010
- SERRES, M. **O nascimento da física no texto de Lucrecio**. São Paulo: Editora Unesp; EDUFSCar, 2003.
- SHLAIN, L. Art & Physics: Parallel visions in space, time, and light. New York Harper, 2007.
- SILVA, E. T. Ciência, Leitura e Escola. In: ALMEIDA, M. J. P. M; SILVA, H. C. (Org.). **Linguagens, leituras e ensino da ciência**. , p. 121-130. Campinas, SP: Mercado de Letras; ALB, 1998.

- SILVA, H. C. ; ALMEIDA, M. J. P. M. Condições de produção da leitura em aulas de física no ensino médio: um estudo de caso. In: ALMEIDA, M. J. P. M; SILVA, H. C. (Org.). **Linguagens, leituras e ensino da ciência.** , p. 131-162. Campinas, SP: Mercado de Letras; ALB, 1998.
- SILVA, S. S. Narrativa literária e ciência In: **Ciência & Ensino.** vol. 1. nº 1 p. 3-8, dez. 2006.
- SNOW, C. P. **As duas culturas e uma segunda leitura.** Traduzido por Geraldo Gerson de Souza e Renato de Azevedo Rezende Neto. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.
- SNYDERS, G. **A Alegria na Escola.** Traduzido por Bertha Halpern Guzovitz e Maria Cristina Caponero. São Paulo: Ed. Manole, 1988.
- _____. **Alunos Felizes. Reflexão sobre a alegria na escola a partir de textos literários.** Tradução de Cátia Ainda Pereira da Silva. São Paulo: Paz e Terra, 2001.
- STANNARD, R. **O tempo e o espaço do tio Albert.** Traduzido por Ricardo Gouveia. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- _____. Communicating physics through story. In: **Physics education**, vol. 36, n. 1, Bristol, p. 30-34, 2001.
- TEIXEIRA, R. *et al.* Possibilidades didáticas do uso do livro O incrível mundo da física moderna no ensino de Física. In: **Perspectiva**, Erechim, v. 32, n. 119, p. 69-78, 2008.
- TODOROV, T. **Introdução à literatura fantástica.** Tradução de Maria Clara Correa Castello. 3ª Ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2004.
- VARGISH, T ; MOOK, D. E. **Inside Modernism: Relativity Theory, Cubism, Narrative.** New Haven: Yale University Press. 1999.
- VETTARD, C. Correspondance: Proust et Einstein In: **Nouvelle Revue Française**, 19, p. 247-251, 1922.
- VIEIRA, C. L. **Einstein – o reformulador do universo.** São Paulo: Odysseus Ed., 2003.
- WELLS, H.G. **A Máquina do Tempo.** Traduzido por Bráulio Tavares. Rio de Janeiro: Alfaguara, 2010.

- WHITROW, G. J. **O que é tempo?: Uma visão clássica sobre a natureza do tempo.** Traduzido por Maria Ignez Duque Estrada. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora, 2005.
- WIEMAN, C. et al. PhET: Simulations That Enhance Learning. In: **Science**, vol. 322, oct. 2008. Disponível em: <http://phet.colorado.edu/publications/PhET_Simulations_That_Enhance_Learning.pdf>. Acesso em 21 mar. 2011.
- WILSON, S. Ciência e Arte – Olhando para trás/Olhando para frente. In: DOMINGUES, D. (org.) **Arte, ciência e tecnologia: passado, presente e desafios.** p. 489-498. São Paulo: Ed. Unesp, 2009.
- ZANETIC, J. **Física também é cultura.** Tese de Doutorado. São Paulo: FEUSP, 1990.
- _____. “Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas.” **História, Ciência, Saúde – Manguinhos** volume 13 [suplemento] p. 55-70 2006a.
- _____. Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-Posições** (Unicamp), Campinas, v. 17, n. 1, p. 39-58, 2006b.
- _____. Física ainda é cultura! In: MARTINS, A. F. P. (org.) **Física ainda é cultura?** São Paulo: Editora Livraria da Física p. 176-189, 2009.

Apêndice 1 (Obras citadas no corpus da dissertação):

2001: uma odisseia no espaço

KUBRICK, S. (dir.). **2001: uma odisseia no espaço**. Com Keir Dullea, Gary Lockwood e William Sylvester. Vídeo, DVD, Cor, 148 min. MGM; Warner, 1968.

Ada

NABOKOV, V. **Ada, or Ardor: A Family Chronicle**. New York: Vintage, 1990.

Alice no País dos Quantum

GILMORE, R. **Alice no país do quantum**. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

Barbarella

VADIM, R. (dir.) **Barbarella**. Com Jane Fonda e John Phillip Law. Vídeo. DVD, Cor, 98 min. Paramount, 1968

Contato

ZEMECKIS, R. (dir.) **Contato**. Com Jodie Foster. Vídeo. DVD, Cor, 150 min, Warner, 1997.

De volta para o futuro

ZEMECKIS, R. (dir.) **De volta para o futuro**. Com Michael J. Fox e Christopher Lloyd, DVD, Cor, 116 min. Universal, 1985.

Os Despossuídos

LE GUIN, U. K. **Os despossuídos**. São Paulo: Circulo do Livro, 1986.

Donnie Darko

KELLY, R. (dir.) **Donnie Darko**. Com Jake Gyllenhaal, Holmes Osborne e Maggie Gyllenhaal. DVD, Cor, 113 min. Flashstar, 2001.

Os doze Macacos

GLLIAM, T. (dir.) **Os doze macacos**. Com Bruce Willis, Madeleine Stowe, Brad Pitt. Vídeo. DVD. Cor. 129 min. Universal, 1996.

Dublinenses

JOYCE, J. **Dublinenses**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2008.

Einstein o the beach

GLASS, P; WILSON, R. **Einstein on the Beach**. Áudio. CD, Stereo, 160 min. SONY, 1990

Escritos da Maturidade

EINSTEIN, A. **Escritos da Maturidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994.

A Evolução da Física

EINSTEIN, A; INFELD **A Evolução da Física**. Rio de Janeiro, 2008.

Fonte da vida

ARONOFSKY, D. **Fonte da Vida**. Com Hugh Jackman e Rachel Weisz, Vídeo, DVD, Cor, 96 min. Fox, 2006.

Hiperespaço

KAKU, M. **Hiperespaço**. Rio de Janeiro: Rocco, 2000.

O incrível mundo da física moderna

GAMOW, G. **O incrível mundo da física moderna**. São Paulo: Ibrasa, 2006.

Indiana Jones e o Templo da Perdição

SPIELBERG, S. (dir.) **Indiana Jones e o Templo da Perdição**. Com Harrison Ford e Kate Capshaw. Video, DVD, Cor, 118 min. Paramount, 1984.

Os Irmãos Karamázov

DOSTOIÉVSKI, F. **Os Irmãos Karamázov**. São Paulo: Ed. 34, 2008.

O Jardim das Veredas que se bifurcam

BORGES, J.L. O Jardim das Veredas que se bifurcam. In: **Ficções**. p. 80-97. São Paulo, Cia. Das Letras, 2007.

O jovem Einstein

SERIOUS, Y. **O jovem Einstein**. Com Yahoo Serious e Odile Le Clezio. Vídeo, VHS, Cor. 91 min. Paramount, 1988.

Jurassic Park

SPIELBERG, S. **Jurassic Park**. Com Sam Neill, Laura Dern e Jeff Goldblum Vídeo, DVD, Cor. 126 min. Universal, 1993.

Mais rápido do que a velocidade da luz

MAGUEIJO, J. **Mais rápido do que a velocidade da luz**. São Paulo: Record, 2003.

A Máquina do Tempo

WELLS, H.G. **A Máquina do Tempo**. Rio de Janeiro: Alfaguara, 2010.

O Mágico dos Quarks

GILMORE, R. **O Mágico dos Quarks**. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

Mundos Paralelos

KAKU, M. **Mundos Paralelos**. Rio de Janeiro, 2007.

Uma mente brilhante

HOWARD, R. **Uma mente brilhante**. Com Russel Crowe e Jennifer Connely. Vídeo, DVD, Cor, 135 min, Universal, 2001

Nemesis

ASIMOV, I. **Nemesis**. New York: Bantam, 1990.

No caminho de Swann

PROUST. **No caminho de Swann. Em busca do tempo perdido vol.1**. Rio de Janeiro: Globo, 2007.

Orador dos mortos.

CARD, O. S. **Orador dos mortos**. São Paulo: Devir, 2007.

Planeta dos Macacos

SCHAFFNER, F. **Planeta dos macacos**. Com Charlton Heston. Vídeo, DVD, Cor, 112 min. Fox, 1968.

O Planeta dos Macacos

BOULLE, P. **O Planeta dos macacos**. São Paulo: Ediouro, 2008.

Planolândia

ABBOTT, E. **Planolândia**. São Paulo: Conrad, 2002.

Pi

ARONOFSKY, D. **Pi**. Com Sean Gullete, Preto e Branco, 84 min. Europa, 2003.

Querida, encolhi as crianças.

CUNDEY, D. **Querida, encolhi as crianças**. Com Rick Moranis. Vídeo, VHS, Cor, 75 min. Disney.

Sonhos de Einstein

LIGHTMAN, A. **Sonhos de Einstein**. São Paulo: Companhia das Letras, 1993.

Star Wars – Uma nova esperança

LUCAS, G. **Star Wars – Uma nova esperança**. Com Alec Guinness e Mark Hammil. Vídeo, VHS, Cor, Fox, 1997.

Star Trek (Jornada nas Estrelas: O Filme)

WISE, R. **Jornada nas Estrelas – O filme** Com Leonard Nimoy e William Shatner. Vídeo, VHS, Cor, 132 min. CIC, 1985.

Star Trek

ABRAMS, J.J. **Star Trek**. Com Chris Pine e Zachary Quinto. Vídeo, DVD, Cor, 127 min. Paramount, 1009.

Os Simpsons

Vários Diretores. **Os Simpsons** Temporadas 1 – 20. Vídeo, DVD, Cor, Fox, 2010.

Tau Zero

ANDERSON, P. **Tau Zero**. Rio de Janeiro: Francisco Alves Editora, 1970.

O Tecido do Cosmo

GREENE, B. **O Tecido do Cosmo**. São Paulo: Cia. das Letras, 2008.

O tempo e o Espaço do tio Albert

STANNARD, R. **O tempo e o espaço do tio Albert**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

A teoria do amor

SCHEPSI, F. **A teoria do amor**. Com Walter Matthau, Tim Robbins e Meg Ryan. VHS, Cor, 95 min. Paramount, 1995.

The Trouble with Physics

SMOLIN, L. **The Trouble with Physics**. New York: Penguin, 2006.

O Universo Elegante

GREENE, B. **O Universo Elegante**. São Paulo: Cia. das Letras, 2005.

Apêndice 2 (Imagens citadas no corpus da dissertação):

Imagem 1 – Revista Time 1º de julho de 1946

Imagem 2 – Revista Time: 19 de fevereiro de 1979

Imagem 3 – Revista Time: 31 de dezembro de 1999

Imagem 4 – Propaganda da cerveja *Carlsberg*.

Imagem 5 – Les Demoiselles d'Avignon – Pablo Picasso (1907)

Imagem 6 – Violinos e Uvas – Pablo Picasso (1912)

Imagem 7 – Nu descedo a escada – Marcel Duchamp (1912)