

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

GISNALDO AMORIM PINTO

Divulgação científica como literatura e o ensino de ciências

São Paulo
2007

GISNALDO AMORIM PINTO

Divulgação científica como literatura e o ensino de ciências

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de São Paulo como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação.

Linha de Pesquisa: Ensino de Ciências e Matemática
Orientador: Dr. Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira

São Paulo
2007

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL E PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na Publicação
Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

PINTO, Gisnaldo Amorim.

Divulgação científica como literatura e o ensino de ciências / Gisnaldo Amorim Pinto; orientador Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira. – São Paulo, 2007.

226 f.

Tese (Doutorado – Programa de Pós Graduação em Educação. Linha de Pesquisa Ensino de Ciências e Matemática). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

1. Ensino de Ciências. 2. Humanismo. 3. Divulgação Científica. I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Gisnaldo Amorim Pinto
Divulgação Científica como literatura e o ensino de ciências

Tese apresentada à Faculdade de Educação
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutor.
Linha de Pesquisa: Ensino de Ciências e
Matemática.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Maurício Pietrocolla Pinto de Oliveira - orientador
Instituição: USP

Prof. Dra. Maria Regina Dubeux Kawamura
Instituição: IF - USP

Prof. Dr. Henrique César da Silva
Instituição: Unicamp

Prof. Dra. Maria José Pereira Monteiro de Almeida
Instituição: Unicamp

Prof. Dra.: Martha Marandino
Instituição: FE - Usp

Dedico essa tese aos professores e às professoras de ciências.

Agradeço ao Prof. Dr. Maurício Pietrocola pela partilha das reflexões e pela contribuição fundamental à minha formação acadêmica.

Agradeço a Eloísa Helena Rodrigues Guimarães, pela cuidadosa revisão dos originais.

Agradeço aos queridos Hércules e Péricles; e à minha amada e companheira Júnia, sem os quais este trabalho não faria sentido.

“Eu não sei se eu sou um bicho
Eu não sei se eu sou um pau
Se sou pau que vira bicho
Ou bicho que vira pau”

O dilema do bicho pau

RESUMO

PINTO, Gisnaldo Amorim. ***A divulgação científica como literatura e o ensino de ciências***. 2007. 226 f. Tese (Doutorado). – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

Esta tese versa sobre as potencialidades da divulgação científica como literatura para o ensino de ciências. Fundamenta-se em autores que contribuem para problematizar a divulgação científica, como Ana Maria Sánchez Mora, José Reis, João Zanetic, Mônica Teixeira e Ângelo Machado. Fundamenta-se, também, nos pressupostos de uma educação humanizadora e ancora-se, quanto a esse aspecto, nas contribuições de Paulo Freire. Para reflexão sobre o resgate do sentido do trabalho escolar, foram fundamentais as contribuições de Bernard Charlot. A partir das reflexões geradas pelo diálogo com a bibliografia consultada, a discussão prioriza obras que têm como centralidade uma concepção de ciência pautada pela presença de contradições e conflitos, uma ciência inserida no plano da cultura e compreendida como processo vivenciado por cientistas – sujeitos também inseridos em contextos – uma ciência, portanto, marcada por dilemas humanos. Diferenciando a divulgação científica canônica da divulgação científica não canônica, este trabalho realiza uma análise de narrativas presentes em obras não canônicas de literatura, a saber, *2001- odisséia no espaço*, de Arthur Clarke, *O dilema do bicho-pau*, de Ângelo Machado, *Contato*, de Carl Sagan e *Os meninos da Planície*, de Cástor Cartelle. Na análise das obras foram priorizadas as contribuições específicas para a compreensão da ciência como produção cultural e das potencialidades humanizadoras que tem o ensino de ciências voltado para compreensão de aspectos da subjetividade humana e dos conflitos da existência. Nas obras analisadas, foi possível perceber uma ênfase narrativa tipicamente mitológica, marcada por situações conflitantes, em, por exemplo, se realiza a polarização entre medo e encanto, desejo e possibilidade, sonho e experiência. Foi possível localizar também uma opção narrativa pela imaginação criadora, pela capacidade humana e por sua potencialidade criativa, elementos que são, nesse caso, motes fundamentais para reflexão sobre a vida humana e também sobre a ciência; uma ciência produzida a partir de injunções sociais e contextuais, levada a cabo por pessoas reais, também, portadoras de uma dimensão humana e subjetiva. Nas obras selecionadas, foi possível perceber uma provável contribuição para renovação do ensino de ciências, pois sua centralidade recai sobre a reflexão acerca da humanização dos sujeitos e não sobre a transmissão de conteúdos da ciência, embora essa dimensão, a da formação científica, esteja inequivocamente presente em todas elas, sem prejuízos.

Palavras-chave – Ensino de ciências, humanismo e divulgação científica.

ABSTRACT

PINTO, Gisnaldo Amorim. ***Scientific spreading as literature and the science teaching***. 2007. 226 f. Thesis (Doctoral). – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

This study is about scientific spreading potentiality as literature for science teaching. It is based on authors who have contributed to discuss the scientific spreading, such as Ana Maria Sánchez Mora, José Reis, João Zanetic, Mônica Teixeira, and Ângelo Machado. It is also based on the presupposition of a humanizing education, and is anchored, in relation to this aspect, in Paulo Freire's contributions. From the reflections which have arisen through the dialogue with the consulted bibliography, it prioritizes the ones which have as centrality a conception of science related to the presence of contradictions and conflicts, a science inserted in the culture plan and understood as a process lived by scientists – also subjects inserted in contexts – a science, therefore, marked by human dilemma. Differing the canonical scientific spreading from the non-canonical scientific spreading, this study makes analysis of the narratives present in non-canonical works of literature, to know, *2001: A space odyssey*, by Arthur Clarke, *Os meninos da planície*, by Cástor Cartelle, *O dilema do bicho-pau*, by Ângelo Machado, and *Contact*, by Carl Sagan. In the analysis of the works, specific contributions were prioritized in order to understand science as cultural production and the humanizing potentialities which have science teaching turned to the comprehension of human subjectivity aspects and of existence conflicts. It was possible to notice a typically mythological narrative emphasis in the analyzed works, marked by conflicting situations, as, for example, where the polarization between fear and enchant, desire and possibility, and dream and experience are carried out. It was also possible to localize one narrative option through the creative imagination, the human capacity and its creative potentiality, elements which are, in this case, fundamental motivations for the reflection about human life and also about science, a science produced from the social and contextual injunctions on, carried out by real people; these ones also having a human and subjective dimension. It was possible to suppose a likely contribution to the renewal of science teaching in the selected works, because its centrality remains over the reflection about the humanizing of the subjects and not over the transmission of science contents, although such dimension, the one of scientific formation, is undoubtedly present in all of them, without any harm.

Key-words – science teaching, humanism and scientific spreading.

SUMÁRIO

Apresentação	11
Introdução - Ciência e Divulgação	
Ciência e transformação do discurso	18
Divulgação científica como literatura	21
Pesquisas e a divulgação científica	25
Capítulo 1 - Obras de divulgação científica como literatura	
1.1. Apresentação	30
1.2. Origens da divulgação científica	30
1.3. Os parâmetros de José Reis para a divulgação científica	32
1.4. Divulgação Científica: comunicação de resultados e descobertas da ciência	37
1.5. Divulgação científica: muito além dos resultados e descobertas da ciência	39
1.6. Critério de qualidade na Divulgação Científica	41
1.7. Contradições e qualidade	50
Capítulo 2 – Ensino de ciências e cultura	
2.1. Ensino de ciências e cultura	53
2.2. O sentido do estudar	54
2.3. O resgate do mitológico na ciência	60
2.4. O Humanismo e o si mesmo	64
2.5. O mitológico como resgate do si-mesmo	66
2.6. O si-mesmo como tema transversal	72
Capítulo 3 – Obras canônicas e não canônicas de divulgação científica	
3.1. Referencial teórico	77
Ciência e literatura	78
A dimensão humana da divulgação científica	83
3.2. Obras Canônicas e não Canônicas de Divulgação Científica	86
3.3. Construção empírica	89
3.4. Humanismo e a literatura não-canônica	92
Capítulo 4 – As fontes e a metodologia	
4.1. Opção por obras transc científicas	96
4.2. Objeto de estudo	98
4.3. Problematização	103
4.4. Metodologia	108
Capítulo 5 – Análise literária de obras não canônicas	
Parte I	
5.1. Introdução: análise literária	124
5.2. <i>Os meninos da planície, indícios de conflito de autoria</i>	125
5.3. <i>2001 - Odisséia no Espaço</i>	131

5.4. Para além dos conceitos e processos da ciência	138
---	-----

Parte II

5.5. <i>2001. Odisséia no Espaço: O si mesmo e os processos da ciência</i>	142
Os sonhos de Bowman	145
5.6. <i>Contacto</i>	150
<i>Hitler, entre loucura e sonho</i>	150
<i>O projeto contraditório da Máquina - O impulso técnico-científico</i>	156
Os dramas da Dra Ellie Arroway – O Cientista humano como qualquer sujeito ...	164
<i>O sonho das Formigas: uma Crítica ao Cientificismo em Contato</i>	169
5.7. <i>O dilema do Bicho-pau</i>	176

Considerações finais	190
-----------------------------------	-----

Referências bibliográficas/ bibliografia

Obras de literatura de divulgação científica	199
Obras didáticas	200
Referências bibliográficas/ bibliografia	200

Anexos

Anexo 1 - “Literatura, ciência e natureza”, Ângelo Machado	209
Anexo 2 – Os dois lados de Ângelo Machado	211
Anexo 3 – Breve Bio-bibliografia dos autores – Ângelo Machado, Arthur Clarke, Carl Sagan e Cástor Cartelle	217

APRESENTAÇÃO

Esse texto é composto por uma seção inicial, Introdução, além de cinco capítulos e considerações finais. Na Introdução, intitulada **Ciência e divulgação**, há uma revisão bibliográfica sobre Ciência e literatura de divulgação científica e algumas implicações dessas discussões para o ensino de ciências. Apresentamos, nessa revisão bibliográfica, o processo de consulta a fontes de literatura de divulgação científica até que selecionássemos obras que classificamos como “não canônicas de divulgação científica”, cujo caráter típico está na enfática tendência narrativa mitológica eivada de contradições e conflitos humanos.

No capítulo 1, **Obras de divulgação científica como literatura**, fazemos uma discussão geral sobre o campo da divulgação científica, procurando enfatizar um dos empreendedores da divulgação científica no Brasil que foi José Reis. Suas definições para a divulgação científica foram consideradas até que postulássemos um critério de qualidade para análise de obras de divulgação científica como literatura, baseado nos índices de contradições, tal como nos indicou a leitura de Mônica Teixeira e Ângelo Machado.

No capítulo 2, intitulado **Ensino de Ciências e Cultura**, procuramos inserir a questão da divulgação científica como literatura no âmbito de um potencial uso no ensino das ciências. Consideramos as contribuições de João Zanetic como forma de inserção do ensino de ciências no plano da cultura, baseado no uso de obras de literatura de divulgação científica. Este resgate cultural da ciência colocou-nos no caminho de defesa das narrativas mitológicas e humanistas, na medida em que resgatam as reflexões sobre o si mesmo na condição humana.

No capítulo 3, intitulado **Obras Canônicas e não canônicas de divulgação científica**, construímos a distinção entre obras canônicas e não canônicas de divulgação científica como literatura. Ainda nesse capítulo, apresentamos os referenciais de João Zanetic e Sánchez Mora como pilares sobre os quais nossa tese se sustenta.

No capítulo 4, intitulado **As Fontes e a Metodologia**, apresentamos os nossos critérios de análise e a forma como selecionamos as nossas fontes. Nesse capítulo trazemos informações básicas sobre nosso objeto de estudo e a problemática ligada à pesquisa.

O capítulo 5, intitulado **Análise Literária de obras não canônicas**, é dividido em duas partes. Na parte I, começam a ser empreendidas as análises literárias das obras “não canônicas” selecionadas. Essas análises panorâmicas priorizam os processos de imaginação e criatividade do fazer ciência. Nesse capítulo são analisadas as obras *Os meninos da planície*, de Cástor Cartelle e *2001 - Odisséia no Espaço*, de Arthur Clarke. Usamos categorias do ensino de ciências, tal como a construção de entidades para análise de conteúdo. A discussão dos processos da ciência aparece nesse capítulo como forma de inserção da ciência nos planos da cultura. Na parte II, a ênfase recai sobre a problemática do conflituoso e do contraditório nas narrativas não canônicas de divulgação científica. Nessa parte é analisada a obra *Contato*, de Carl Sagan, e novamente a obra *2001, Odisséia no Espaço*, particularmente um capítulo marcante que se refere ao “si-mesmo¹”. A partir do conflitante, apresentamos

¹ O conceito de “si-mesmo” pode ser baseado da psicanálise e da psicologia. O “si-mesmo” pode ser entendido à luz da psicanálise como o self, ou seja uma esfera da consciência humana, onde o sujeito encontra sua essência, segurança, equilíbrio e leveza. O despontar do self na psicanálise implica no final de um processo analítico. Na psicologia analítica o

reflexões sobre o caráter processual da ciência e contribuições para refletir sobre as condições contraditórias da existência humana, no resgate de um humanismo no ensino das ciências da natureza. Terminamos esse capítulo com uma análise de um livro infantil, *O dilema do Bicho-pau*, de Ângelo Machado, devido ao fato de que a narrativa da obra consumou a nossa tese de que o contraditório e o conflitante são importantes elementos alimentadores de uma leitura motivadora das obras de divulgação científica aqui classificadas como “não canônicas”.

Seguem, então, as considerações finais em que apresentamos conclusões gerais advindas da análise das potencialidades apresentadas pelas obras de divulgação científica não canônicas para o ensino de ciências.

A seguir, estão anexadas partes de duas entrevistas com Ângelo Machado. Essas entrevistas contribuíram para reflexões pontuais de trechos específicos atinentes ao uso da literatura no ensino de ciências. O marcante dessas entrevistas é que nossa tese - de resgate do belo, do lúdico, do contraditório e do prazer pela leitura – coincide com a beleza da vivência expressada por um cientista com vasta experiência na produção de obras de literatura com caráter e potencial para o ensino de ciências.

Fecha a seção **Anexos** uma breve bio-bibliografia dos quatro autores das obras selecionadas nesta tese, em que o leitor poderá compreender um pouco da trajetória dos autores e do contexto de produção das obras selecionadas para composição do corpus de análise.

self e o si-mesmo compreendem a manifestação de um estado mais seguro da consciência. Nossa abordagem para o si mesmo não se distancia muito disto, embora não tenhamos a intencionalidade de utilizar categorias da psicanálise.

INTRODUÇÃO – CIÊNCIA E DIVULGAÇÃO

Na nossa dissertação de mestrado (PINTO, 2002) estudamos trechos dos livros didáticos do ensino médio de biologia, analisando-os à luz da retórica crítica, nos capítulos sobre evolução biológica. O trabalho, entre outras coisas, nos possibilitou compreender e analisar livros didáticos de biologia que tratam a evolução biológica, verificando desde a presença de abordagens conceituais equivocadas até a presença de inconsistências epistemológicas. Nesse caso, evolução biológica não seria tratada como um processo de equilíbrio, mas como um evento simples (PINTO, 2002). Assim, os usos destes materiais poderiam sugerir leituras sobre o fato de que o processo de evolução não fosse concebido como um fato científico.

É fator conhecido de professores de ciências que há uma descrença, expressa por parte de muitos estudantes, de que a evolução biológica não se constitui como um fato científico. O mercado editorial, entretanto, não tem deixado muita esperança para que esta situação se modifique, pois, apesar de conceituada formação acadêmica dos autores dos livros didáticos, e mesmo de algumas coleções didáticas, isto não vem acompanhado de mudanças significativas de concepção por parte dos estudantes. Ressalte-se também a permanência do formato convencional de linguagem e abordagem da temática em muitos livros didáticos e as exigências editoriais e comerciais que forjam uma apresentação dos manuais didáticos com poucas inovações, salvo raríssimas exceções.

Nesta tese resolvemos estudar outras alternativas de materiais para uso no ensino das ciências. Os livros de divulgação científica como literatura sempre foram um deleite, e a nossa formação científica privilegiou a leitura prazerosa da divulgação científica como literatura.

Começamos a lidar com obras da literatura universal através da consulta a escritores com veia científica, como muito bem conceituou João Zanetic (1998). Entendemos esse tipo de literatura também como divulgação científica, pois os escritores falam da ciência para tratar temáticas como o encanto e a beleza. Compreendidas dessa maneira, a ciência, a arte, a literatura e a divulgação científica se misturam numa encantadora aliança.

Destas obras guardamos a mensagem de humanismo e a abordagem de aspectos relevantes atribuídos a importantes questões existenciais humanas.

Como pensávamos em atribuir valor potencial a obras de divulgação científica como literatura, como manuais de uso alternativo nas aulas de ciências desde o ensino fundamental até o ensino médio, entendemos que a busca continuaria se expandindo, até que encontrássemos materiais que atendessem a essa finalidade educativa. Pressupúnhamos que o humanismo e a divulgação científica deveriam ser a tônica de tais materiais.

Assim procedendo durante a pesquisa, selecionamos, então, quatro obras de divulgação científica como literatura, que denominamos de “não canônicas”, em contraposição àquelas obras de divulgação científica que chamamos canônicas. Sánchez Mora (2003) atribuiu valor às obras que chamamos de canônicas como sendo veiculadoras de mensagens humanísticas, apontando-as como obras de divulgação científica como literatura, denominação que fundamenta a classificação utilizada nesta tese.

Localizamos um potencial uso para o ensino de ciências nesses materiais não canônicos de divulgação científica como literatura, pelo fato de que tais obras se norteiam pela abordagem da vida humana no que ela tem de contraditório e

conflitante, constituindo-se uma narrativa mitológica. O que nos interessa é que, no ensino de ciências, possam ser abordados aspectos da existência humana favorecendo, dessa maneira, uma humanização dessa área do saber e também da sala de aula.

Entendemos que um ensino de ciências mais humanizado, aliado à abordagem das questões existenciais humanas, seria fundamental para a criação de maior significado da aprendizagem para os estudantes, pois nos assusta entrar nas salas de aulas de ciências e sentir tanta falta de sentido em estudar ciências, depoimento recorrente entre estudantes e até mesmo entre docentes da área.

Ciência e Transformação do discurso

Quando submetida ao processo de divulgação científica, a ciência² encontra barreiras na linguagem, principalmente quando se vislumbra uma eficaz disseminação de seus saberes.

A linguagem da ciência é nominalizada (HALIDAY; MARTIN, 1993) pois utiliza-se de recursos de linguagem que transformam as estruturas gramaticais em elementos estranhos ao entendimento do público alheio aos discursos acadêmicos. A linguagem da ciência é transformada de tal maneira que torna os enunciados incompreensíveis, pois as estruturas de linguagem usadas retiram elementos do léxico comum, como sujeito e verbos de ação, transformando-os em

² Como forma de produção de legítimos conhecimentos reconhecidos pelos pares acadêmicos e pela sociedade.

estruturas nominalizadas com excessivo uso de termos adjetivados e substantivos.

Vários autores dedicaram-se à problemática da linguagem científica e dos processos de divulgação e transformação do discurso da ciência como, por exemplo, Mortimer (1999) e Sutton (1997). Em seu trabalho, Mortimer tenta aferir a dimensão do poder de dominação da linguagem da ciência, avaliando as dificuldades dos estudantes em responder as questões abertas, analisando as respostas de candidatos ao ingresso na universidade. O trabalho mostra a dificuldade no enfrentamento da linguagem científica que aparece nos veículos da ciência oficial, como livros didáticos e no discurso expositivo dos professores.

Sutton (1997) indicou que os cientistas, ao produzirem os artigos para as revistas especializadas, erradicam da linguagem científica os elementos de personalidade, tornando os conteúdos isentos de autoria e pobres em referências contextuais. Os resultados são artigos em linguagem que ele denominou de “etiqueta”, fazendo referência às etiquetas de mercadorias que pouco dizem sobre os conteúdos dos produtos, apresentando-os de maneira sintética.

O que se depreende de trabalhos como esses é que há uma existência de barreiras e necessidade de tornar a linguagem da ciência mais acessível ao público leigo e também ao público escolar³. Existe uma demanda pela transformação dos conhecimentos científicos, prevendo-se mudanças na linguagem, tornando-a menos nominalizada e mais contextual, permitindo assim desvelar os conteúdos e os processos da ciência.

O interessante é que, em processos de transformação da linguagem da ciência, os saberes são paralelamente modificados⁴. Dessa forma, modificações do saber não envolvem apenas transformações nos recursos de linguagem, mas também nos conteúdos e na estruturação epistemológica dos próprios saberes.

A modificação dos saberes científicos com vistas à divulgação pode ser abordada segundo várias perspectivas.

Dentre essas abordagens, a primeira que destacamos é a perspectiva da transposição didática, segundo a qual o saber sábio, aquele proveniente das academias, passa por um processo de modificação de acordo com as necessidades e peculiaridades das demandas dos ambientes escolares. Nesta perspectiva, os saberes escolares são transformados em relação aos saberes acadêmicos, tornando-se também diferentes deles. Esta abordagem pode ser encontrada em Chevallard (1991). Esse autor aponta que os saberes científicos experimentam um processo de transformação através dos processos utilizados pelos professores de ciências para comunicá-los aos estudantes, ocorrendo, nesse movimento, um procedimento natural de adaptação de conceitos, processos, leis e teorias aos públicos alvos aos quais se destinam esses saberes. Nesta perspectiva, os saberes escolares são frutos de uma transformação dinâmica e têm, como referência, principalmente o saber sábio, mas não somente ele.

³ Ressalte-se que os mecanismos de produção do conhecimento escolar não são, originalmente, aplicados ao conceito de vulgarização ou divulgação científica. Voltam-se mais ao âmbito da sala de aula e ao ensino, o que requer, evidentemente, mecanismos peculiares.

⁴ Há teóricos que usam o termo “vulgarização” para referirem-se à divulgação da ciência (ALMEIDA, 2002; BARROS, 2002; ZAMBONI, 2001).

A segunda abordagem pode ser encontrada, dentre outros, em Ogborn, Kress, Martins e McGillicuddy (1996). Para esses autores, a divulgação científica é um campo em que a transformação do conhecimento se faz efetivamente presente, pois o divulgador de ciência mobiliza processos de adaptação da linguagem, dos conteúdos e dos processos para que se tornem mais acessíveis ao público leigo. Na divulgação científica, o discurso científico é transformado, sedimentando um terreno rico em estratégias e recursos muito parecidos com as tramas recursivas levadas a efeito pelos professores ao elaborar explicações na sala de aula de ciências.

Divulgação científica como literatura

Interessa-nos, especialmente, o discurso transformado. A transformação do discurso da ciência em forma de divulgação científica aparece tanto nos jornais e revistas quanto nos materiais de divulgação científica. No ensino de ciências há autores, como é o caso de Isabel Martins, 2005, que estudaram o uso da divulgação científica de cunho mais jornalístico na sala de aula de ciências. Entretanto, a divulgação científica como literatura não tem sido objeto de investigação, como é do nosso conhecimento, em especial no entendimento das perspectivas de sua utilização na sala de aula de ciências. Zanetic (1998) nos oferece uma interpretação inaugural, inovadora no estudo da adequação da literatura de divulgação científica na sala de aula de física.

Sabe-se que os livros didáticos e os livros de divulgação científica não são recursos educativos idênticos. Eles têm finalidades diferentes, organizam-se de maneiras diferentes e não têm, necessariamente, o mesmo público leitor, embora isso possa ocorrer quando a escola possibilita o uso da literatura de divulgação científica.

Há trabalhos que apontam para a primazia da divulgação científica sobre os livros didáticos no processo de uso de ferramentas recursivas para o ensino de ciências. Alguns autores têm defendido o uso alternativo da divulgação científica como recurso frente à precariedade dos materiais didáticos e paradidáticos para o ensino de ciências (SALÉM e KAMAMURA, 1997; ALMEIDA e QUEIROZ, 1997). A justificativa dessa primazia parece estar relacionada a uma maior participação e clareza de noções epistemológicas nos processos de divulgação da ciência, tornando a divulgação científica um valioso recurso pedagógico face à precariedade apresentada pela maior parte dos materiais disponíveis ao professor/a, especialmente os livros didáticos para o ensino das ciências.

Segundo Martins, Nascimento e Abreu:

textos de divulgação podem funcionar como elementos motivadores ou estruturadores da aula; organizadores de explicações; desencadeadores de debates e contextos para a aquisição de novas práticas de leitura, estabelecendo relações com o cotidiano dos alunos, ampliando seu universo discursivo e permitindo ressaltar aspectos da **natureza da prática científica** (2005, p.1, grifo meu)

Os textos de divulgação científica podem possibilitar um ensino comprometido não apenas com a transmissão de conceitos, mas com a divulgação de padrões de fazer ciência Além disso, como verificamos, esses

textos frequentemente jogam por terra acepções epistemológicas distorcidas, tais como as noções de um método científico único e uniforme para todas as ciências, além de rechaçarem com frequência o enfoque no produto do conhecimento (comum à literatura didática) e não nos processos.

O uso da divulgação científica em ensino/aprendizagem de ciências está se tornando não só corriqueiro, como também começa a ser motivo de estudos e pesquisas no campo da linguagem, da cognição e do discurso no ensino de ciências⁵. Alguns estudos têm apontado a divulgação científica como recurso educativo importante e ressaltam, de modo geral, a sua potencialidade para a criação de estratégias discursivas e educativas mediadoras de uma aprendizagem significativa.

O uso da literatura no ensino de ciências começa a ser apreciado pela academia, embora a ênfase não seja na divulgação científica, mas na literatura de uma prosa não diretamente relacionada à ciência. Zanetic (2006) entende que o ensino das ciências, particularmente de física, pode ser produto de um aproveitamento de leitura sistemática de uma literatura que ele denominou “literatura universal”. O autor também sugere que haveria um certo tipo de literatura que poderia ser usada nas aulas de ciências. Seria ela não apenas os grandes escritores da literatura universal que, em suas obras, utilizam conceitos e métodos da ciência, os escritores com veia científica, mas também várias obras escritas por cientistas com forte sabor literário, os cientistas com veia literária. Assim, pelas proposições de Zanetic, as aulas de ciências poderiam se beneficiar

do uso de uma literatura muito mais abrangente do que propriamente a divulgação científica como literatura.

A produção acadêmica, contudo, parece se ater mais à divulgação científica na modalidade jornalística, aquela composta por artigos de jornais e de revistas de divulgação científica.

Shamos (1995) e Saul (2004) apontam a relevância da literatura como elemento motivador de práticas de ensino formal de ciências. Há manuais utilizados no ensino-aprendizagem de ciências que usam textos populares da literatura infantil como fontes para mediação do ensino das ciências⁶.

Contudo, a divulgação científica encontra dificuldades em se afirmar como literatura, especialmente quando tem como centralidade o ensino de conceitos e porque tradicionalmente torna secundárias as questões relativas à subjetividade humana e às experiências sociais.

Ângelo Machado (2001), autor de obras infanto-juvenis, declarou que reluta em fazer divulgação científica, pois seu propósito não seria ensinar e divulgar ciência, mas incutir o prazer pela leitura. O autor é cientista da área das ciências biológicas e, apesar de atuar com popularização das ciências, não se reconhece na condição de quem produz uma divulgação científica como literatura. Literatura e divulgação científica seriam, para ele, dois campos inconciliáveis⁷, pois a

⁵ Vide, entre outros: SALÉM & KAWAMURA, 1997; GOUVÊA, G., 1997; ALMEIDA & QUEIROZ, 1997; FERREIRA, M.J.M., 2001; CAVALCANTI, D.P., 2003; SILVA, H.S.C, 2003; MARTINS, NASCIMENTO & ABREU, 2004 e GAMA, 2005.

⁶ Os livros "*Science and stories; integrating science and literature*", Hilarie N. Statio and Tara MacCarthy, 1994 e "*Teaching physical science through children's literature*", Susan E. Gertz, Dwight J. Portman and Mickey Sarquis, 1996 são típicos do uso da literatura, não diretamente relacionada à ciência, no ensino de ciências.

⁷ Muito embora, durante sua prosa e sua produção, o mesmo autor venha a admitir propósitos de ensinar ciências.

divulgação científica estaria associada ao ensino ou à comunicação de conceitos e a literatura, principalmente aquela dedicada ao público infanto-juvenil, envolveria o prazer lúdico pela leitura e pela compreensão de dimensões humanas.

Pesquisas e a divulgação científica

A divulgação científica parece realmente não se encaixar numa categoria clássica de gênero literário. Zamboni (2001), no entanto, considera a divulgação científica como um gênero do discurso mais associado com os princípios da idéia de gênero de Bakhtin. A autora aponta para uma superação da visão da divulgação científica como uma mera ação de vulgarização dos saberes. O discurso da divulgação, para essa autora, seria autônomo, não propriamente derivado dos saberes-fonte (tal como os princípios da transposição didática pressupõem). Entretanto, a divulgação científica como literatura não foi objeto de estudo de Zamboni (2001). Almeida e Gama⁸ (2006) referendaram que a divulgação científica e a literatura constituem gêneros distintos. A literatura utiliza-se de técnicas literárias como “cena-a-cena”, diálogos, alternância de foco narrativo e reconstituição minuciosa, além de focar o elemento humano; a divulgação científica tem como principal finalidade divulgar o conhecimento científico ao público não-especializado. As autoras defendem que é possível combinar os dois gêneros numa mesma obra, garantindo a especificidade de cada

gênero. Como podemos perceber, trata-se de uma idéia que concebe divulgação científica e literatura como gêneros distintos, que, entretanto, podem se combinar sem perder particularidades.

Marandino (2001) refletiu sobre o ensino informal das ciências biológicas, particularmente em museus, apontando o estatuto particular do discurso da instrução naqueles espaços interativos. Para essa autora, o discurso produzido no contexto museológico seria original e, apesar de re-contextualizado, não poderia ser considerado uma “vulgarização” do discurso científico. Entretanto, o estudo de Marandino (2001) não se volta para a divulgação científica como literatura.

Quando mencionamos a divulgação científica como literatura, estamos usando a definição cunhada por Sánchez Mora (2003)⁹. Segundo essa autora, a divulgação científica como literatura consiste num tipo de produção escrita em que a ênfase não incide sobre a descrição de conteúdos ou de processos da ciência, mas, antes, sobre o desenvolvimento de idéias que têm fortes conteúdos humanizadores. Assim, neste tipo de divulgação científica, a vida humana (em seus caracteres subjetivos e objetivos dos saberes relacionados a experiências humanas), homogeneiza o discurso em torno das experiências humanas, carregando estas obras de fortes conteúdos poéticos, humanísticos e artísticos.

Grandes ícones da literatura universal, segundo Zanetic (2006), foram apontados como realizadores do projeto de aliança entre as “duas culturas” (ciência e literatura). Escritores com veia científica e cientistas com veia literária

⁸ As autoras realizaram análise de duas obras de divulgação científica no ensino de ciências, Ensino Médio, a saber: “*Isaac Newton e sua maçã*”, Kjartan Poskitt e “*Albert Einstein e seu universo inflável*”, de Mike Goldsmith, ambos da coleção Mortos de Fama, Companhia das Letras.

⁹ Discutiremos as contribuições de Sanchez Mora mais detalhadamente adiante.

são descritos por Zanetic (2006) como realizadores da difícil tarefa de conciliação entre ciência e literatura. Zanetic (2006) classificou essas obras de literatura universal¹⁰, nas quais ele teria aprendido ciência e refletido sobre questões existenciais.

Obras clássicas como “*As duas culturas*” (SNOW, 1993; 1995) apontaram para uma incompatibilidade entre esses dois mundos¹¹: o mundo da literatura e o mundo da ciência. Segundo Snow,

num pólo, os literatos; no outro os cientistas, e, como os mais representativos, os físicos. Entre os dois, um abismo de incompreensão mútua – algumas vezes (particularmente entre os jovens) hostilidade e aversão, mas principalmente falta de compreensão (SNOW, 1995, p. 21).

As críticas de Snow revelaram o distanciamento erigido entre o mundo da literatura e o mundo da ciência que, sabemos, começa a ser superada.

Nessa direção podemos tomar a ficção científica como exemplar de análise. A ficção científica parece ter despontado mais como ramo literário do que como forma de divulgação científica. Nos anos 50, a ficção científica gozou de grande popularidade no primeiro mundo e também no Brasil. É bem marcante a aliança entre os mundos da literatura e da ciência nas obras de ficção científica. Inegavelmente, essas obras são humanizadoras, e os conteúdos de ciência são com freqüência associados a fantasias lúdicas. A precisão de dados científicos pode ser mais forte em algumas obras de ficção, como é o caso de *Contato*, de

¹⁰ A caracterização “literatura universal”, apesar de pertinente, precisaria de um adendo, pois obras de escritores de um gênero genuíno, como a divulgação científica, principalmente da parte de cientistas escritores, tais como Carl Sagan, Jay Gould, Cástor Cartelle e Ângelo Machado. Caberia um estatuto particular para tais autores, pois suas obras inscrevem-se num ramo especial da divulgação científica como literatura, tal como a compreendemos.

Carl Sagan. Nessa obra, encontramos, em doses mais equilibradas, o universo fantástico, a ciência de ponta e a tecnologia sofisticada. Entretanto, trata-se de uma narrativa mitológica envolvente, por incluir reflexões sobre condições contraditórias da existência humana.

¹¹ Embora, evidentemente, essa cisão tenha sido superada, em grande medida, no decorrer da história.

**CAPÍTULO 1 - OBRAS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA COMO
LITERATURA**

1.1. Apresentação

Selecionamos, como parâmetro de qualidade e em diálogo com a bibliografia, o critério analítico do “índice de contradições” de uma matéria jornalística, de revista ou obra de literatura. Ângelo Machado (1996; 2001) defende que o “índice de contradições” na divulgação científica é o diferencial de obras que costumam agradar o público leitor. Mônica Teixeira (2002) também aponta a relevância das contradições e conflitos no jornalismo científico como importante critério de qualidade de uma boa divulgação científica.

Esses dois autores, Ângelo Machado – pertencente à divulgação científica como literatura e Mônica Teixeira – vinculada ao jornalismo científico – clarearam para nós que o índice de contradições e conflitos nas narrativas pode ser um critério (entre outros) para aferir a qualidade da divulgação científica.

Neste capítulo, faremos uma discussão mais generalista sobre a divulgação científica, a fim de chegarmos à reflexão sobre o índice de contradições como critério de qualidade da divulgação científica, especificamente o que chamamos aqui de divulgação como literatura.

1.2. Origens da divulgação científica

Não parece haver consenso sobre a origem da divulgação científica. Especula-se que a divulgação científica remonta às origens da própria ciência, quando, na Europa do século XVII, o advento da ciência a teria impulsionado.

Uma das obras que é considerada o marco do surgimento da divulgação é o livro de Bernier le Bovier de Fontenelle “*Entretiens sur la pluralité des mondes*” publicado em 1686. Considerá-la como tratado de divulgação científica é controverso, pois ela não foi produzida com o intuito de atingir o grande público, as massas, mas, como veículo para aristocratizar a ciência, ela foi inspirada na convicção dos filósofos naturais do período, para quem o conhecimento científico deveria constituir um privilégio das elites.

Outros autores preferem apontar que o início da divulgação científica se deu na França, por volta de 1830. Ao tratar da origem da divulgação científica, José Reis¹² apontou a Dra. Laming como precursora da divulgação científica na França (REIS, 2005). José Reis concordou com essa origem francesa da divulgação científica, indicando ter sido formado num período em que, no Brasil, aquelas obras francesas iniciaram a formação científica de sua geração. Esse testemunho de José Reis corrobora a hipótese de que a divulgação científica é um veículo importante para a aprendizagem da ciência, pois segundo ele nos atesta que sua educação se deu num período em que as escolas pouco acrescentavam à formação científica dos estudantes e as obras francesas instauraram inovações importantes, na medida em que teriam dotado aquela geração de um verdadeiro preparo científico.

Outros autores preferem creditar à Grécia antiga, no período helênico, o lugar e o tempo de origem da divulgação científica, particularmente na produção escrita dos sofistas: eles teriam dedicado suas obras às classes populares,

¹² Artigo disponível *on line* na home page do Núcleo José Reis de divulgação científica (acessado em 18/06/2005), associado à Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo.

vislumbrando não propriamente a formação científica, mas o estímulo à arte de pensar e de duvidar. Esse berço grego teria a força impulsionadora da popularização do conhecimento. Não existiam conceitos como os atuais, mas idéias sofisticadas que podiam ser divulgadas.

1.3. Os parâmetros de José Reis para a divulgação científica

Segundo José Reis,

a divulgação científica radicou-se como propósito de levar ao grande público, além da notícia e interpretação dos progressos que a pesquisa vai realizando, as observações que procuram familiarizar esse público com a natureza do trabalho da ciência e a vida dos cientistas. (2005, p. 02)

É comum que os princípios da divulgação científica estejam associados comumente não apenas e somente a conceitos de ciência, mas aos processos inerentes ao trabalho dos cientistas. Alguns livros de divulgação científica apontam para uma bagagem bastante significativa dos aspectos processuais da ciência.

Pela definição de divulgação científica de José Reis, três parâmetros da divulgação devem ser ressaltados e comentados. O primeiro é o fato de considerar-se como genuína divulgação científica aquela que tem como público alvo as grandes massas iletradas¹³ (do ponto de vista do letramento científico). No segundo, a divulgação científica é considerada não apenas como popularizadora

¹³ A atividade de jornalismo científico envolve grandes adaptações dos textos a um perfil de público-leitor. Essas adequações textuais podem caracterizar o jornalismo científico como de caráter massificado.

de conceitos de ciência, mas também como formadora de consciências clarividentes dos aspectos processuais ou de natureza da ciência. O último aspecto a ser ressaltado envolve a questão relevante dos processos sociais com os quais a ciência e os fatos científicos se vêem envolvidos. Vejamos mais detalhadamente cada um desses parâmetros.

Parâmetro 1 - Popularização da ciência

Quanto ao primeiro aspecto, cabe comentar que os veículos de comunicação de massa, como os jornais de grande circulação nacional, buscam preencher esta demanda de atendimento aos apelos populares por ciência. A atividade de jornalismo científico mudou muito pois, num passado não tão remoto, a produção de artigos de divulgação científica incorporava uma construção repleta de detalhes científicos. Destácio explica que “embora às vezes informações relevantes precisem ficar de fora, é mais importante que a matéria não seja cansativa.” (DESTÁCIO, 2000). Sobre a temática do jornalismo científico, Destácio ressaltou que “o leitor também é muito egoísta, quer tudo mastigadinho, e, quanto mais mastigado, melhor para ele - aí ele lê.” (DESTÁCIO, 2000, p. 162).

É importante ressaltar que a divulgação científica pode ser realizada tanto por jornais de divulgação científica quanto por obras de literatura, embora elas tenham perfis diferentes e, mesmo, públicos leitores muitas vezes diferenciados.

O apelo de popularização da ciência de alguns dos livros de divulgação científica parece apontar para o alvo de grupos muito letrados. Trata-se de uma produção de massa, muito embora atinja um seletivo público-alvo¹⁴.

Em alguns livros de divulgação científica não há qualquer menção ao público-alvo, mas os próprios recursos de apresentação dos conceitos e dos processos científicos apontam para características sócio-culturais de um suposto público leitor.

As transformações no conhecimento marcam a prática de grandes autores da divulgação científica, através do uso de analogias, comparando as entidades da ciência com a poesia, usando e abusando da poesia para atingir alvos conceituais da ciência. É comum o uso de comparações com elementos da prática literária do leitor letrado e afeito ao lirismo da literatura. Richard Dawkins, por exemplo, na obra de divulgação científica “*Desvendando o Arco-íris*” compara o espectro luminoso da luz branca com a beleza suscitada pela observação e encanto com um arco-íris no horizonte de uma montanha após uma tempestade torrencial.

Esta idéia, presente em Dawkins, de que o arco-íris é sedutor, encantador e poético revela o caráter frequentemente homogeneizador do discurso da divulgação científica, na medida em que se sabe que a poesia que se faz com inspiração da natureza necessita de uso de ferramentas formais e semânticas sofisticadas por parte do leitor. As classes populares, que em geral são ecléticas

¹⁴ Como no caso dos leitores do jornal *Folha de São Paulo*, o público consumidor precisa ser dotado de habilidades discursivas, na medida em que re-arranje idéias na construção de argumentos, como fica demonstrado nas construções lingüísticas das cartas dos leitores daquele jornal

nos hábitos culturais, dificilmente preencheriam os requisitos recursivos necessários para um uso sofisticado da linguagem, a ponto de dominar fluentemente o gênero lírico associado a contextos e experiências com a natureza conceitual da realidade.

Parâmetro 2 - Divulgação de processos da ciência

Quanto ao segundo aspecto ressaltado por José Reis, em seu artigo sobre Divulgação Científica (REIS, 2005), cabe comentar que a natureza processual da ciência é bastante abordada em obras de divulgação científica. Neste sentido são relevantes as obras *Meninos da Planície* de Cástor Cartelle e *Os Jogos da Natureza* de Mário Novello. Essas obras se destacam das demais, pois a densidade da abordagem processual da ciência parece ser mais substantiva.

Os tratados de filosofia da ciência que enfatizam as questões da criatividade e da imaginação no trabalho do cientista, como são os casos de algumas obras de autores como Jacob Bronowski e Gerald Holton, apontam para uma importante contribuição no entendimento dos aspectos processuais do trabalho do cientista. Esses autores dimensionam prioritariamente o contexto no qual o cientista produz suas idéias, compreendendo que a ciência não é exercida apenas no laboratório, mas, também, nas entrelinhas do cotidiano.

Em geral, os tratados de filosofia da ciência não priorizam aspectos da vivência cotidiana, embora possam fazer menção a ela. As grandes obras parecem seguir desde trajetórias relacionadas a aspectos da dialética da ciência,

como no caso da obra de Popper¹⁵, até a descrição da dinâmica social e cultural do trabalho científico, como no caso da produção de Thomas Kuhn¹⁶ e Bruno Latour¹⁷.

Algumas obras de divulgação científica parecem atender aos apelos de uma definição de divulgação científica que contemple não apenas a dimensão conceitual da ciência, mas, por extensão, o plano filosófico processual, em que estão presentes aspectos da vivência cotidiana e aqueles relacionados aos processos do fazer científico.

Parâmetro 3 - Natureza social da ciência

São raras, na divulgação científica, as referências a implicações sociais da prática científica e acerca da natureza social da ciência. Estas injunções sociais da ciência suscitam grande polêmica nos meios acadêmicos, pois os cientistas costumam não apoiar a idéia de que a prática científica seja recortada por interesses alheios à própria ciência.

A abordagem de Bruno Latour nos remete a interesses implícitos nas práticas científicas aliadas a ambições de hegemonia de poder e de submissão a regimes políticos governamentais de natureza elitista, por exemplo, afeitos a minorias dominantes e privilegiadas e de pouca representação dos interesses da

¹⁵ Vide: POPPER, Karl, *La logica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos, 1973. POPPER, Karl, *conocimiento objetivo*. Madrid: Tecnos, 1982. POPPER, Karl. *O realismo e o objetivo da ciência*. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1987.

¹⁶ Vide: KUHN, Thomas. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1978.

¹⁷ Vide: LATOUR, Bruno. *A vida em laboratório*. São Paulo: Relume-Dumará, 1999. LATOUR, Bruno. *A esperança de Pandora*. Bauru/São Paulo: Edusc, 2001.

sociedade oprimida. Nesta esfera de polêmica, localiza-se o embate de idéias e princípios entre as supostas influências internalistas e externalistas da ciência.

Quanto a esse aspecto, encontramos boas reflexões, por exemplo, na obra *Contato*, de Carl Sagan, que, dentre outras, reflete sobre questões referentes a injunções sociais da ciência.

1.4. Divulgação Científica: comunicação de resultados e descobertas da ciência

A prática científica pode ser entendida em suas dimensões processuais ou epistemológicas. Justapostas à exposição de resultados podemos verificar maneiras de justificação de verdades científicas. Infelizmente, algumas publicações científicas não têm contemplado a dimensão processual da ciência. Ciência e filosofia parecem às vezes divorciadas. Existem vários trabalhos na área de ensino de ciências que defendem a compreensão do aspecto processual da ciência¹⁸.

A dimensão processual da ciência parece se restringir a uma prática sem qualquer aliança com a exposição dos resultados, na medida em que as concepções epistemológicas explícitas aparecem, quando aparecem, separadas em artigos próprios, sem qualquer vinculação com os resultados de alguma pesquisa. Há bons exemplos de críticas ao processo cartesiano de produção do

¹⁸ Merecem destaque, entre outros, Matthews, 1995; Zylbersztajn, 2000; 2001; Delizoicov, 2007 e Pietrocola, 2002.

conhecimento científico, como é o caso de Gaston Bachelard (1995), Karl Popper (1982), Thomas Kuhn (1978) e Pierre Bourdieu (1983).

Muitos cientistas têm comunicado a ciência restringindo-se aos aspectos dos resultados de pesquisa, omitindo os aspectos processuais tão cruciais ao entendimento da justificação filosófica de concepções de ciência, bem como à compreensão da ciência como prática social. Oliva discute questões relativas à prática de pesquisa, indicando que “a verdade é que as práticas de pesquisa reais deixam sempre a forte impressão, junto ao público externo, de que se mantêm distantes da reflexão metacientífica” (OLIVA, 1999, p. 21).

Esta tendência da ciência parece reforçada pela divulgação científica, comumente limitada à comunicação de descobertas e feitos da ciência e sob a ótica de seus resultados práticos. “Não se pode, entretanto, deixar de reconhecer que os meios de comunicação reforçam o instrumentalismo com sua forte tendência a dar divulgação apenas aos resultados científicos com direta repercussão prática sobre a vida do homem comum”. (OLIVA, 1999, p. 20).

Não sabemos se o autor da afirmação anterior estaria incluindo as obras de literatura de divulgação científica no espectro de meios de comunicação, mas, uma vez admitindo-se isto, seria preciso suavizar um pouco a possibilidade de uma corrosiva imagem que a ciência possa assumir pela ação de uma divulgação científica pouco afeita à reflexão dos processos.

Em algumas obras de divulgação científica, em particular em *Os meninos da planície*, de Cástor Cartelle e em *Contato*, de Carl Sagan, as reflexões dos aspectos processuais da ciência aparecem, mediante estilos narrativos diferentes,

demonstrando uma riqueza potencial desses materiais como diferentes opções de escolha para um potencial uso na sala de aula de ciências.

1.5. Divulgação científica: muito além dos resultados e descobertas da ciência

Fazer divulgação científica procurando atender aos propósitos de popularizar os aspectos processuais da ciência é um procedimento incomum, pois como nos diz SLOWIK:

In teaching the philosophy of science, one of the most difficult tasks that the instructor must confront is trying to motivate the students to take an active interest in abstract and complex 'theoretical' issues. All too often, the students find the various metaphysical and philosophical concepts covered in such a course to be too difficult and, in their eyes, unmotivated (especially when compared with, e.g., an ethics or aesthetics course). (2003, p 289).

A dificuldade de que a divulgação científica incorpore elementos que possibilitem uma reflexão sobre a processualidade da ciência também pode ser verificada na escolarização formal. Ressaltamos o fato de que muitos professores têm dificuldade de ensinar filosofia da ciência para estudantes, devido a aspectos de complexidade material e de abstração requerida para essa abordagem.

Poucas obras de divulgação científica se propõem a popularizar aspectos da filosofia da ciência e parece ser mais comum que enfatizem a ciência em sua dimensão conceitual.

Slowik nos apresenta algumas alternativas para alcançar uma razoável eficiência no ensino da filosofia da ciência na escola, com vistas à promoção de uma educação que privilegie aspectos processuais da ciência, especialmente através da mitologia e da música:

Many in the class may not be familiar with, say, classical music or mythology (which are the analogies developed in the paper) all that is required of the prospective examples is that they have potencial to capture the attention and enthusiasm of the class. (2003, p. 290).

Na estratégia sugerida por Slowik, prevê-se a criação de contextos para poder discutir aspectos da ciência presentes no discurso filosófico. Em outro momento, o mesmo autor sugere que utilizou, no ensino, uma narrativa mitológica sobre o desenvolvimento da planta *hyacinthus* da região do oeste do Mediterrâneo. Segundo relata, os estudantes conseguiram intuir uma nítida impressão da diferença entre um discurso mitológico e científico, o que parece não ser obtido com o ensino “tradicional” de definições e pressupostos da filosofia da ciência.

Algumas obras de divulgação científica parecem tentar enfrentar dificuldade em comunicar temas muito abstratos e de alta complexidade, particularmente aqueles referentes a aspectos processuais da ciência. Quanto a isso, Cástor Cartelle (2001) premiou-nos com uma narrativa literária alegórica e ficcional, em que temas como a criatividade e a imaginação no trabalho dos cientistas assumem um relevo razoável. Os mitos da previsibilidade e do racionalismo nas descobertas são desmistificados na narrativa, e o plano dos sonhos, tão bem explorado na obra, remete-nos ao terreno da intuição na ciência. Sua narrativa,

nesse sentido, ancora-se na filosofia da ciência, mas não dispensa as dimensões criativas e intuitivas do fazer científico. Como analisaremos adiante, na obra há uma análise particular dos aspectos processuais pouco convencionais nos tratados de filosofia da ciência.

Na obra *Os sonhos atribulados de Maria Luíza* (NOVELLO, 2004), a narrativa desdobra-se com a voz de um cientista, que revela, de maneira autobiográfica, suas concepções dos aspectos processuais da ciência. O cientista aparece narrando para a sua filha “Maria Luísa” os dilemas entre as versões mitológicas e a científica sobre as cosmologias. A linguagem utilizada não se assemelha a uma narrativa mitológica. Contudo, o leitor dificilmente renunciaria a efetivar importantes e acuradas reflexões, pois a seqüência e o tempo da narrativa podem também impor uma dimensão tão onírica quanto na obra de Cástor Cartelle. Neste sentido, a obra também explora os referenciais do sonho, embarcando o leitor rumo a um universo inequivocamente imaginário¹⁹.

1.6 Critério de qualidade na Divulgação Científica

Observando algumas obras de ficção científica de diferentes períodos é possível notar que o gênero parece explorar conceitos da ciência com diferentes níveis de abordagem científica. Na obra *Blade Runner*, de Philip Dick, os conceitos de ciência, em particular aqueles relacionados aos planos da neurobiologia,

¹⁹ A exploração da importância da divulgação científica como alternativa ao ensino de ciências baseado apenas e exclusivamente no livro didático será discutida posteriormente.

aparecem sem qualquer desdobramento explicativo, conceitual, sendo apenas uma espécie de “linguagem ou idioma” dentro do qual a narrativa ocorre. Não ocorre, propriamente, a construção de entidades da ciência tais como neurônio, sinapse, neurotransmissor pertencentes a esse universo. Tais construções conceituais são exploradas como um idioma, usado, nesse caso, para escrever uma trama ficcional. O autor envolve terminologias da neurobiologia numa narrativa fantástica, como no caso em que explica a consciência dos andróides assumindo novos padrões mentais a partir da convivência com diferentes experiências.

Um andróide, construído para não desenvolver afetividade, acaba incorporando as emoções em seus padrões comportamentais. A discussão não deixa de ter relevantes implicações para a ciência cognitiva, como é o caso do desenvolvimento de novas aptidões cognitivas que seriam produtos de uma evolução cultural frente à emergência de novas experiências. Tais implicações podem ser deduzidas da narrativa, caso o leitor já tenha uma razoável cultura científica. No entanto, a narrativa sugere que o plano da ciência é apenas um recurso para se chegar a construções e elaborações imaginárias. Talvez não seja propósito da obra fazer divulgação científica, pois, além de não serem construídos conceitos de ciência na narrativa, não há qualquer menção a aspectos processuais da ciência, nem a seus atributos, nem à dimensão social da ciência. Muito provavelmente, trata-se apenas de literatura de ficção.

A obra *Blade Runner*, além de não ser divulgação científica de boa qualidade, também não seria divulgação genuína de ciência²⁰. Esta suposição pode justificar-se pelo fato da divulgação conceitual de ciência ser praticamente ausente nesta obra. É muito raro nessa obra este tipo de divulgação.

Entretanto, acho que uma obra dessas é de difícil caracterização no que se refere ao gênero literário. Causo (2003) revelou sua dúvida em relação ao caráter da ficção científica como categoria bem determinada genericamente:

Outro inglês, Robert Holdstock, dá um passo além ao afirmar que a ficção científica não passa de um rótulo comercial e que não haveria sentido, por exemplo, em abrigar numa mesma categoria um autor do nível de Robert Silverberg ao lado de uma série popular como Perry Rhodan. (CAUSO, 2003, p 53)

Portanto, não parece que seja consenso a caracterização de uma obra como sendo genuína ficção científica. Eu não arriscaria dizer que a obra de Philip Dick não seja de divulgação científica, pois ela aborda ciência e fantasia (ou não). Ainda, os conceitos implícitos de importante implicação para a ciência estão presentes, além de uma dimensão altamente simbólica que se revela como expressão dos planos da ciência, cujas bases repousam também (e não somente) na objetividade e na razão.

No máximo poderia forjar um critério de qualidade do gênero: as obras de ficção científica, ainda que de duvidosa atribuição genérica, poderiam, neste sentido, receber o rótulo, não menos subjetivo, de divulgação científica de baixa qualidade.

²⁰ Aplicando-se, à obra, os critérios de qualidade postulados por José Reis, além das reflexões propostas por divulgadores de ciência como Ênio Candoti e Henrique Lins e Barros.

Porém, quando a pretensão for de utilização das obras de ficção científica como ferramentas para ensino de ciências, parece mais pragmática uma divulgação científica de “baixa qualidade” do que as obras clássicas de divulgação científica. Como esta tese aponta para uma defesa do uso de um determinado tipo de divulgação científica no ensino de ciências, não é conveniente que se atribua um critério de ser boa ou não a divulgação científica (ainda conforme a definição de José Reis). Obras de ficção científica como *2001 - Odisséia no Espaço* e *Blade Runner* parecem revelar, embora em diferentes níveis, um razoável potencial para serem usadas no “ensino” - admitindo-se que ensinar não envolva apenas a esfera da escolarização formal via relação professor-aluno, mas, também, inclusão das práticas de leitura de divulgação científica de forma autônoma. A forma de uso destes materiais de ficção científica parece atrelar-se a leituras temáticas. Por exemplo, em “*2001- odisséia no espaço*” há uma análise que pode ser relacionada à temática do “si-mesmo”²¹.

Assim, a divulgação científica assumiria um rótulo de boa qualidade de divulgação por se adequar de maneira mais confortável aos propósitos do ensino de ciências. Entretanto, se os critérios são atinentes a conteúdos, aspectos processuais e dimensão social da ciência, a heterogeneidade da ficção científica aponta para obras que podem preencher, ainda que parcialmente, os requisitos de caracterização de divulgação científica.

A obra *2001 - Odisséia no Espaço*, de Arthur Clarke, revelou-se sugestiva para ser considerada divulgação científica conforme critérios de caracterização

²¹ Temática discutida no capítulo 5 desta tese.

objetiva. A narrativa desenrola-se numa trajetória monótona de uma nave espacial, com recorrente exploração de conceitos científicos, como no caso de *Blade Runner*. Os raros conceitos científicos aparecem como adendos artífices de uma narrativa imaginária e fantástica, sempre forjando atmosferas sociais imaginárias, cujas implicações parecem se traduzirem em críticas a modelos sociais e políticos vigentes na época. Tal como indicado por Causo (2003), talvez seja um dos atributos presentes na literatura de ficção científica a crítica a modelos sócio-políticos, com conseqüentes idealizações de sociedades imaginárias:

Em todo caso, tais formas antigas de ficção científica - dispostas a fazer o leitor alcançar um mundo alternativo onde os problemas de sua sociedade possam ser vistos por uma lente aumentada - dependem de uma sólida consciência de sociedade, estado, governo, classe, nacionalidade e do jogo de opiniões. Objetos que se tornaram mais presentes na vida humana ocidental a partir da era moderna. (CAUSO, 2003, p 59).

No final da obra de Clarke, a monotonia espacial da narrativa é quebrada em benefício de uma exploração explícita e objetiva de conceitos da ciência, em que há descrições de fenômenos astrofísicos já bem caracterizados pela ciência, como são os casos de morte e surgimento de estrelas, anatomia de planetas, atmosfera de planetas, além de construção de importantes entidades da ciência à luz das convenções da cultura humana. O autor faz analogias entre fenômenos naturais conhecidos para construir uma entidade científica desconhecida e a ser apresentada ao leitor como um objeto novo a ser contemplado e admirado, mesmo que seja um fenômeno ou processo inerente aos aspectos funcionais de uma estrela.

Tendo por base a análise da bibliografia pertinente aos estudos de divulgação científica, uma obra de divulgação científica pode ser considerada de acordo com pelo menos dois grupos de critérios de qualidade.

O primeiro é tributário de critérios definidos por José Reis. Nesse caso, uma obra de divulgação não se constitui necessariamente em boa obra de divulgação científica pelo fato único de comunicar a ciência. Naturalmente, se um dos critérios elencados não forem satisfeitos (divulgação de conceitos, de aspectos de natureza da ciência e de suas implicações sócio-políticas), no caso de quaisquer obras auto-atribuídas de divulgação científica, certamente seria impossível que fossem consideradas divulgação de qualidade.

A título de exemplo, citamos Henrique Lins de Barros²², que, quando indagado se as alegorias da Unidos Tijuca no Carnaval - 2004 do Rio de Janeiro (alusivas à ciência²³) estariam exercendo papel de boa divulgação científica, respondeu que não se pode atribuir um critério de qualidade onde não há papel de divulgação científica, pois as escolas de samba não divulgavam conceitos de ciência, não se propõem a isso, realizando apenas apropriações de rótulos da produção científica, muitas vezes destituídas de seus contextos. A observação aponta para uma necessidade da superação de uma modalidade relativista de classificação da divulgação científica.

O segundo critério de qualidade da divulgação científica nos parece de grande relevância e talvez mais universal, pois pode ser atribuído a diferentes

²² Teórico da divulgação científica no Brasil.

²³ Naquele ano, a Unidos da Tijuca apresentou uma reflexão sobre a ciência, com o samba-enredo "*O sonho da criação e a criação do sonho: a arte da ciência no tempo do impossível*".

veículos de divulgação científica: a abordagem das contradições e controvérsias da ciência.

Teixeira (2002) apontou que

Quando um pesquisador da área de genômica diz que, no futuro os genomas de todas as espécies serão seqüenciados, os jornalistas – que retiram do senso comum a crença no poder ilimitado da ciência – não se perguntam sobre a factibilidade da tarefa. A biologia de hoje calcula que 13 ou 14 milhões de espécies vivam no planeta. Delas, descreveu cerca de um milhão setecentos e cinquenta mil. Como poderá então que a genômica irá cumprir esse sonho? (TEIXEIRA, 2002, p. 139).

A atividade jornalística (de comunicação da ciência) parece ainda muito afeita à tendência de comunicação sensacionalista dos fatos da ciência. Grandes feitos espetaculares da ciência aparecem na imprensa sem que os leitores possam se dar conta das possibilidades reais do fato. Uma visão mais equilibrada de uma descoberta ou das teorias da ciência demandaria a divulgação de aspectos contraditórios, daqueles que envolvem o plano das idéias ou até mesmo o plano empírico, além das disputas e controvérsias.

Uma versão contraditória dos fatos científicos raramente aparece contemplada no jornalismo que faz divulgação científica. Essa postura, de divulgação das contradições, controvérsias e limites do saber científico, minimizaria o sensacionalismo que recebe com freqüência uma notícia de ciência. A divulgação de idéias diferentes daquelas hegemônicas traria à divulgação jornalística uma abordagem dialética e dinâmica da ciência, aliás, ainda pouco encontrada no jornalismo científico no Brasil, com raras exceções.

Do jornalismo científico de qualidade, podemos retirar essa importante contribuição da relevância da presença das contradições e controvérsias como importante peso na atribuição da qualidade da divulgação científica. Entendemos que a literatura relacionada à popularização/divulgação da ciência também pode ser avaliada a partir dessa perspectiva que aborda as contradições e controvérsias científicas.

Ângelo Machado²⁴, ao falar de um de seus livros que aborda o encontro dos europeus com os indígenas no momento da descoberta do Brasil, revelou que:

Surge sempre o velho problema da descoberta e do genocídio indígena. Mostro que Cabral tratou bem os índios. O genocídio começou depois, quando a coroa portuguesa deixou o Brasil inteiramente largado. Mas o que dá mais discussão é o amor do herói português Leonardo com a índia Merena. Sendo ele muito católico, não pôde fazer sexo com ela sem casar. Ele tenta casar pelo ritual tupiniquim, mas desiste, pois, para isso, teria que ser guerreiro, matar um inimigo e participar de um ritual antropofágico. Retorna a Portugal e promete voltar para se casar com ela. De fato, ele volta, mas não a encontra e o livro termina sem casamento. Coloco o assunto em discussão. Em geral, metade dos alunos acha que eles deviam ter se casado. Outros acham que não. Há pouco tempo, deu uma discussão em um colégio. A turma do não casamento atacou: “Vocês estão é querendo final de novela da Globo”. Emendei: “É, mas, para final de novela, é preciso ter no mínimo três casamentos”. Em geral, nessas discussões, com as quais me divirto muito, a maioria das meninas quer o casamento; os rapazes, não. Fiquei muito feliz com esse livro. Ele excitou a cabeça dos jovens, motivou-os a ler e suscitou uma grande discussão sobre o descobrimento e os índios. (p 147).

A sede pela leitura não é alcançada por convencimento externo, mas pela interação do leitor com a leitura. Nada melhor que a obra incite as dúvidas e as

salutares contradições no conhecimento para que os saberes não sejam encarados como dogmas finais pelos leitores. Ângelo Machado referia-se, provavelmente, a uma literatura repleta de conceitos e processos da ciência.

Quando os argumentos, idéias ou fatos não são conclusivos (na medida em que revelem contradições com outras versões), provavelmente os estudantes parecem se ver mais motivados para leitura de uma obra. Existe, então, a possibilidade de que aventemos um “**índice de contradições**” como critério de atribuição de qualidade para uma obra literária de divulgação científica.

Uma obra de ficção científica pode não ser vista como importante veículo de divulgação científica. Como a ficção científica é um gênero literário, não seria demais supor que uma obra de divulgação científica não seja considerada obra de relevante papel na comunicação da ciência, principalmente por parte dos cientistas, em cujos grupos está incluída a maioria dos divulgadores de ciência.

Entretanto, segundo critérios particulares, não seria demasiada audácia apontar uma obra de ficção científica, como o caso de “*2001 - Odisséia no Espaço*”, de Arthur Clarke (1982), como uma autêntica divulgação científica e, além disso, de qualidade.

Nos trechos de grande relevância no papel de divulgação científica, como expus anteriormente, há uma passagem marcante na qual estão expressas a imponderabilidade e as contradições dos conhecimentos científicos narrados pelo autor:

Bowman fitou mais uma vez a coluna ascendente, marchando ao longo do horizonte sob o minúsculo astro maciço que a dominava. Seria

²⁴ Entrevista concedida em junho de 2001 a Luisa Massarini e Ildeu de Castro Moreira.

imaginação pura... ou manchas mais brilhantes trepavam pelo grande gêiser de gás, como se miríades de centelhas cintilantes se houvessem combinado para formar continentes inteiros de fosforescência? (CLARKE,1982, p 190) .

Neste trecho fica quase explícito um conteúdo da cosmologia que revelou o interior das estrelas como núcleos geradores da matéria dos planetas, idéia celebrizada na afirmação científico-poética: “Os homens são filhos das estrelas”. Porém, a dúvida científica está presente frente a uma suposição contraditória do personagem Bowman.

É possível que, mesmo vasculhando jornais e revistas de divulgação científica, não se encontrem vestígios sequer deste “índice de contradição”, que nos parece ser um interessante revelador da qualidade de uma obra de divulgação científica.

Se uma divulgação científica atesta qualidade inequívoca, será que, igualmente, se prestaria como ferramenta a ser utilizada pelos professores no contexto do ensino de ciências, ou como veículo de leitura informal gerador das possibilidades de ensino?

1.7 Contradições e qualidade

Não é finalidade deste trabalho discutir a divulgação científica em geral, mas o critério de qualidade, avaliado a partir do índice de contradições, que, consideramos, poderia ser um bom parâmetro para ser utilizado em eventuais pesquisas e como mote para um ensino de ciências que prioriza a compreensão

de sua face processual e controversa. Levantamos uma idéia que funcionaria duplamente:

- como um critério a ser considerado nas leituras dos diferentes gêneros de divulgação científica;
- como um critério concreto de análise literária de obras de divulgação científica como literatura, pois na aliança com a literatura, a ciência, transformada no discurso da divulgação científica, pode demonstrar um potencial de uso na sala de aula de ciências.

Assim, nosso trabalho explora a dimensão do contraditório, proporcionando uma perspectiva de análise literária do discurso da divulgação científica, nesse caso, entendida como literatura.

Tendo como perspectiva o pressuposto de humanização na educação em ciências, indicamos que a atmosfera narrativa conflituosa e eivada de contradições, típica também de narrativas mitológicas, foi encontrada em algumas obras de divulgação científica como literatura.

No capítulo final desta tese analisaremos algumas obras em que as contradições e conflitos inerentes ao fazer científico e à vida humana são evidenciados como elementos alimentadores de uma potencial prática a ser usada na sala de aula de ciências.

CAPÍTULO 2 - ENSINO DE CIÊNCIAS E CULTURA

2.1. Ensino de ciências e cultura

O ensino de Ciências tem merecido importantes contribuições no que se refere à sua inserção no mundo da cultura. Zanetic (1997; 1998) apontou a relevância das relações entre ensino de ciências e cultura, ressaltando a relevância de ter efetivado leituras de obras de caráter híbrido, ou seja, obras de escritores cientistas com veia literária e escritores não cientistas com veia científica. Entende Zanetic que o ensino das ciências, e da física em particular, em geral ocorre de maneira descontextualizada, o que a torna uma matéria pouco apreensível e sem maior motivação para os estudantes. Zanetic revelou, então, sua preferência pela ligação entre as dimensões da ciência com as da literatura.

Segundo Zanetic (1997):

A física apresenta várias dimensões que, além de oferecerem um quadro atual do seu desenvolvimento, permitem explorar várias das diferenças individuais acima mencionadas. Essas dimensões constitutivas, de modo simplificado, são:

I – As teorias paradigmáticas;

II – Suas bases observacionais e experimentais;

III – Seus algoritmos representativos;

IV – Sua evolução histórica;

V – Sua evolução metodológica;

VI – As relações com a sociedade;

VII – As aplicações tecnológicas;

VIII – As influências nas / das outras áreas de saber;

IX – O papel desse conhecimento no Brasil contemporâneo etc. Este conjunto de dimensões pode ser sintetizado pela frase: 'Física também é cultura'. (ZANETIC, 1997, 49).

A inserção da ciência no plano da cultura se dá através de diversas implicações, variando desde o plano epistemológico, passando pelo caráter histórico até a sua estreita incursão nos planos políticos e sociais.

Zanetic (1998) defendeu que a inserção da ciência como cultura se dá na literatura universal. O casamento entre ciência e literatura parece ter se efetivado através da ação criativa de cientistas agindo no plano da literatura e também pela ação de escritores que se apropriavam da dimensão da ciência.

Dentre escritores com veia científica, Zanetic apontou, dentre outros, Luiz de Camões, John Milton, Johann W. Goethe, Edgar Alan Poe, Gustavo Flaubert, Fiodor Dostoiévski, Jules Vernes, Herbert G. Wells, Robert Musil, Monteiro Lobato, Bertold Brecht, Jorge Luiz Borges, Arthur Koestler, Primo Levi, Friedrich Durrenmatt e Ítalo Calvino, segundo Zanetic

Essa família é um pouco mais eclética e numerosa e inclui aqueles autores que, com menor ou maior conhecimento das grandes sínteses científicas e suas implicações, produziram obras literárias utilizando tal conhecimento tanto como fonte inspiradora do conteúdo, quanto como guia metodológico, filosófico. (ZANETIC, 1998, p. 14).

Como já dissemos, dentre os cientistas com veia literária Zanetic incluiu Giordano Bruno, Johannes Kepler, Galileu Galilei, Isaac Newton, Charles Darwin, Ernest Mash, Albert Einstein, Niels Bohr, Leo Szilard e George Gamow, dentre outros. Estes cientistas, que fazem parte de um grupo seletivo, “acabaram produzindo obras ou longo trecho de obras, científicas ou não, que podem perfeitamente ser ‘lidas’ também como obras literárias” (ZANETIC, 1998, p. 14).

Zanetic defendeu o uso dessas obras científicas e literárias como importantes meios de tornar as aulas de ciências mais contextualizadas, na

medida em que a relevância da inserção da ciência no plano da cultura revelasse os contextos nos quais a ciência se faz.

Vejamos um trecho de Elias Canetti, reproduzido por Zanetic:

Eu ainda alimentava o desejo de saber e me apropriar de tudo o que valia a pena conhecer no mundo. Ainda tinha a crença inabalável de que isso era conveniente e também possível (...). É verdade que eu tinha um ou outro mau professor, que nada nos transmitia, absolutamente nada, e ainda nos enchia de aversão por sua matéria. Um professor desses fora, em Frankfurt, o de química. Pouco me sobrou de suas aulas e além das fórmulas da água e do ácido sulfúrico e seus movimentos, durante as poucas experiências que ele demonstrou, me enchiam de repugnância (...). Assim, em vez de adquirir uma pequena noção de química, fiquei-me um verdadeiro vácuo de conhecimentos. (CANETTI, apud ZANETIC, 1998, p. 13).

Zanetic entende que a mensagem de Elias Canetti poderia ser entendida como uma crítica ao conteúdo e à metodologia utilizada nas aulas de química. Entretanto, é inegável que é histórica a aversão que os estudantes têm demonstrado à aprendizagem das ciências. As aulas de ciências, incluindo o ensino de física, química e biologia, têm se pautado pela persistência do privilégio dos conteúdos em detrimento de uma racionalização da prática docente. Embora na universidade haja tentativas de revisar essa tendência, essa não é a tônica dos estudos científicos e, nas práticas docentes de ensino das ciências, não têm havido incorporações de reflexões e inserção de novas metodologias mais audaciosas, em especial pela incorporação da literatura e da ficção como meios legítimos para ensinar ciências. Valho-me, então, das palavras esperançosas de Paulo Freire para apontar as razões da crise no ensino das ciências, muito embora Freire não estivesse se referindo, particularmente, a este ensino.

Um educador alemão, amigo meu, disse-me recentemente na Baviera, ter ouvido de militantes de 'esquerda': 'Paulo Freire já não tem sentido. A educação de que se precisa hoje não tem nada que ver com sonho, utopias, conscientização e sim com a formação técnica, científica, profissional do educando'. Por 'formação' entendiam treinamento. É exatamente isso que sempre interessou as classes dominantes: a despolitização da educação. Na verdade, a educação precisa tanto da formação técnica, científica e profissional, quanto de sonho e da utopia. (FREIRE, 2005, p. 29).

Particularmente, acredito que o resgate da utopia e dos sonhos na educação, e especificamente no ensino das ciências, implica em inserir a dimensão científica e técnica num panorama de diálogo permanente com a cultura, na medida em que se torna possível o intercâmbio entre ciência, arte, beleza, humanismo e literatura.

Zanetic (1998) fez uma observação muito importante em relação à influência da literatura universal sobre sua própria formação escolar. Entende Zanetic que a literatura universal ensinava-o a lidar com a linguagem da ciência; entretanto, as suas próprias inquietações da juventude, aludidas na sua subjetividade, encontraram respostas, ainda que provisórias em relação a aspectos da dimensão de viver e estar no mundo como seres humanos.

Neste sentido, a referência à necessidade da contemplação das utopias e dos sonhos na formação científica pode preencher o vazio humanístico do ensino da ciência. Zanetic alimentou-se na esperança Freireana e daí nasceu uma dimensão ímpar para uma educação em ciências.

Quando Zanetic se referiu à literatura universal como engendradora de contribuições para as mais variadas experiências, inclui nesta dimensão as ricas

possibilidades que a literatura universal criou para lidar com o mundo adulto. Nas palavras de Zanetic,

Quantas vezes não fui buscar nos livros desses escritores respostas para problemas, esclarecimentos para dúvidas existenciais, interrogações sobre aspectos do mundo que me inquietavam e que não tinha possibilidade de esclarecer tanto com parentes e amigos, quanto com o que a escola me oferecia. (1998, p. 15).

Esse pertencimento das ciências à cultura é um importante referencial em que pretendemos incluir nossa defesa de uma faceta da educação em ciências, a partir da referendada questão de Zanetic (1998). As questões existenciais são também elementos que cumprem o seu devido papel de contextualizar as dimensões do pensamento científico. Na medida em que na literatura universal a ciência aparece num pano de fundo, que a torna acessível e destronada de um viés exageradamente academicista, é possível resgatar na literatura mais atual essa dimensão tão presente na literatura universal. Antes de dimensionarmos o pertencimento da literatura de divulgação científica ao plano da cultura – pelo diálogo com a dimensão existencial da vida humana – vamos apontar um importante referencial, que julgamos justificar o legado humano existencial.

2.2. O sentido do estudar

Os estudantes indagam a qualquer momento de sua prática escolar sobre o sentido que seria atribuído aos conceitos no ensino-aprendizado, desde matemáticos até mesmo de ciências.

Entende-se por sentido do estudar aquilo que justifica o ato de estudar, tornando-o significativo para a vida do estudante. Bernard Charlot (2001) revelou algumas incongruências da estreita desvinculação de sentido para os conteúdos que se ensinam nas escolas.

A respeito do ensino público brasileiro Charlot revelou que “(...) o ensino público brasileiro ainda não garante aos seus alunos as condições necessárias e suficientes para o desenvolvimento de uma relação pessoal significativa com o saber tão relevante para o êxito da aprendizagem”. (CHARLOT, 2001, p. 33).

Charlot toca na ferida do ensino público brasileiro na medida em que sugere que a própria socialização do jovem no contexto escolar estaria ameaçada. Da falta de sentido dos saberes resultariam todos os outros males que ameaçam a saudável condição da escola brasileira.

Numa pesquisa desenvolvida pelo Cenpec em 1997, com jovens de escolas públicas de três regiões da cidade de São Paulo, procurou-se investigar a inserção social dos estudantes envolvidos na construção tanto de cidadania como da própria subjetividade. O objetivo do estudo era conhecer, para além da escola, o lugar do saber na vida dos jovens das camadas populares, e compreender suas experiências e o papel da escola nesse contexto.

Os jovens foram levados, através da pesquisa, à produção de discursos sobre si mesmos. Os participantes das oficinas que foram montadas para a coleta de dados são jovens de 13 a 17 anos, vivem em bairros de baixa renda da cidade de São Paulo e estudam em escolas públicas.

Nas oficinas, foi colocada uma questão instigante aos estudantes:

Imagine o que você sentiria se um belo dia encontrasse em sua casa um ET sentado no sofá da sua sala. (...) A missão dele é levar para seu planeta de origem a experiência de vida dos terráqueos. Então, ele tem uma semana para aprender tudo sobre nós e sobre os conhecimentos que consideramos importantes para a vida. O que você acharia importante ensinar-lhes? Quem poderia ensinar? Onde ele poderia ir para aprender? Como ensiná-lo? Você poderia fazê-lo viver tudo o que quisesse e achasse que valeria a pena para ele aprender. (CHARLOT, 2001, p.37).

Para os jovens pesquisadores o ET encontraria relevantes saberes dentro dos grupos familiares, grupo de amigos em lugares como o shopping, o centro da cidade, a danceteria do bairro. Esses seriam os lugares onde o ET entraria em contato com os saberes práticos e os saberes de natureza ético-moral. A escola é muito pouco mencionada como lugar onde o ET poderia participar do processo de aprendizagem do mundo.

Segundo Charlot (2001), os saberes valorizados pelos jovens são aqueles que eles não localizam na escola e nos conteúdos formais como fundamentais para suas vidas. Eles se referiram à importância do aprendizado de travar relações recíprocas do tipo amar e ser amado, dar para receber, respeitar para ser respeitado.

Contudo, e quanto aos saberes ditos intelectuais, como os ensinamentos da matemática, das ciências, da história, entre outros, o que dizem esses jovens?

Os conhecimentos mais valorizados por esses jovens são essencialmente ético-morais. Portanto, não seria de surpreender que, raras vezes, a aprendizagem aparecesse associada à escola ou aos conteúdos das disciplinas escolares. Assim, o conjunto de valores a que eles se referem como importantes

para suas vidas estão relacionados a uma educação que aparentemente não tem lugar na escola.

Uma citação de um trecho de uma resposta de um jovem sobre o papel que seria atribuído à escola é reveladora: “A escola dá educação para a profissão, o trabalho. A educação de respeito, essas coisas vem dos pais, (...) a escola não ensina a honestidade” (CHARLOT, 2001, p 47).

Charlot conclui que o pouco valor que os jovens conferem ao aprendizado de conteúdos curriculares não é resultante do seu “desinteresse” e sim da sua dificuldade de encontrar um “sentido” para aquilo que os professores ensinam; sentido este que estaria presente se, por exemplo, afirma Charlot, em uma aula de português, ao ler um texto literário ou jornalístico com os alunos, o professor não se limitasse a trabalhar apenas a forma da escrita, mas também abordasse o conteúdo tratado e sua relação com o contexto em que foi produzido e com as próprias vivências concretas dos jovens.

2.3 O resgate do mitológico na ciência

Garantindo um terreno de inserção da ciência na cultura e valorizando a importante questão do sentido do trabalho escolar, nossa tarefa é procurar efetivar uma reflexão sobre o ensino de ciências e o resgate das dimensões humanas da existência.

Dialogamos com autores que problematizam a importância da formação humana. Entendemos também que a Educação Libertadora é aquela que se

realiza de forma a alimentar as consciências críticas dos estudantes, transformando-os em sujeitos, agentes e intervenientes no mundo, levando-os à capacidade de compreendê-lo, dele ter consciência, até mesmo transformá-lo.

Esta defesa Freireana traz uma proposta educacional em que não se faz a separação entre a formação humana dos estudantes e a formação para a prática social. Muito pelo contrário, a educação somente se tornará efetivamente humana na medida em que o aprendizado se fizer acontecer mediante a ação dos sujeitos em ação, ou seja, numa efetiva prática social.

Entretanto, na defesa Freireana de uma educação libertadora aparece com ênfase que “A educação cumpre o papel efetivamente humano, na medida em que o educador reconheça a natureza humana de seus alunos, suas necessidades, manifestações e sentimentos (...) (VASCONCELOS; BRITO, 2006, p. 88). Freire aponta como oposta à educação imposta o ato de educar com respeito, compreensão do outro, da realidade em que ele vive e dos saberes que o indivíduo possui.

Aliada a essa percepção sensível da natureza da educação como um elemento que deveria cumprir as necessidades da realidade, Paulo Freire (In: VASCONCELOS & BRITO, 2006, p. 118) aponta a relevância de uma educação que conceba o homem como elemento que use da atividade do pensamento para a compreensão do mundo e de si mesmo.

Como pudemos perceber, a proposta Freireana de Educação inclui a dimensão da formação do homem. Vamos resgatar esta faceta para dimensionarmos a relevância de um ensino de ciências voltado para a formação

humana. As aulas de ciências podem, além do ensino de conteúdos, resgatar essa dimensão humana. Como podem fazê-lo?

Na mitologia presente em obras de divulgação científica podemos encontrar uma fonte de inesgotáveis recursos nesse sentido. O mitológico traz para o mundo da ciência a contemplação dos valores humanos tão necessários à formação educativa, considerando dimensões das realidades humanas dos estudantes, oferecendo, por isso, uma alternativa de resgate do sentido do saber escolar.

O Mitológico

Entendemos por mitos aqueles conteúdos narrativos compostos por símbolos que se referem às mais profundas aspirações do ser humano. Nas palavras de César, “Mito é a expressão simbólica por imagens, de valores” (1998, p. 37). No entendimento desta autora (CÉSAR, 1988), a própria ciência contribui para alimentar uma imagem pejorativa dos mitos. O pensamento simbólico é tido como não-científico, não-rigoroso e incapaz de oferecer uma imagem “correta” do mundo. Entretanto, reforça essa autora que Bachelard teria assinalado em sua obra a superação deste racionalismo estreito. Para Bachelard, haveria necessidade da reformulação do conceito de racionalidade através da afirmação dos valores dos sonhos. Também na perspectiva da autora, em Heidegger está a defesa do caráter fundante da poesia, pois cabe aos poetas “dizer o que permanece”. Daí subsume-se que pela poesia, arte e pela linguagem simbólica (inerente à mitologia), o homem estaria expondo sua própria atividade criadora e imaginativa.

Neste sentido, afirmamos que o resgate do mitológico na divulgação científica pode possibilitar trazer de volta, para uma dimensão operacional e reflexiva na sala de aula de ciências, a contemplação da imaginação e da criatividade, cujas implicações recaem sobre a própria ciência, sobre a imagem que os estudantes têm de ciência e sobre a compreensão de como a ciência se faz. Assim, ciência, arte e beleza caminham juntas, como muito bem o justifica Bronowisk: “a ciência também usa imagens e experimenta situações imaginárias, exatamente como a arte. Uma das tristes falácias da nossa pachorrenta educação é supor que a ciência prescinde da imaginação”. (1998, p. 37).

O resgate da cultura helênica nos aponta o exemplo de Sócrates como herói modelar e mitológico do ocidente. No templo de Apolo, em Delfos, Sócrates leu a inscrição que tomou como regra de vida: “Conhece-te a ti mesmo”. Este não é o projeto de toda a história do Ocidente? No mito de Édipo encontramos a efetivação dos laços desta descoberta de si mesmo. A tragédia de Édipo implicou na desamparada e árdua descoberta do homem ao haver-se consigo mesmo.

Entendemos que o resgate do mitológico no ensino de ciências, via literatura de divulgação científica, pode implicar numa importante exploração dos recursos da literatura com veia científica, com contribuições cruciais para a compreensão de si mesmo pelo leitor, possibilitando recursos de formação para o humanismo.

Moura (1988) destacou muito bem aquilo que poderia ser considerada uma crise de valores na ciência. Em sua perspectiva, a ciência nunca atingirá aquela visão totalizadora da dimensão humana, pois o discurso da ciência é profundamente fragmentado.

Talvez seja por esta razão que as aulas de ciências não encontram muito sentido para aqueles estudantes, pesquisados por Charlot. Faltaria a visão totalizadora, tão grata aos recursos do mitológico? A cada momento que os estudantes se vêem congelados diante dos fragmentos do discurso científico, tais quais DNA, RNA, catalizadores, elétrons ou prótons, parece se justificar uma perda de sentido dos conteúdos.

Por isto acreditamos na importância da priorização da formação humana nas aulas de ciências. Nesse movimento, algumas obras de divulgação científica talvez possam emergir como potenciais recursos para o ensino. As tentativas do entendimento do si mesmo podem aparecer como um mar de possibilidades do resgate do sentido do ensino de ciências.

Justificar a ciência para os estudantes como uma prática que vise a ação social é importante. Entretanto, o discurso de um humanismo voltado para o si mesmo, através do mitológico, é uma potencialidade a ser explorada, pois estão em jogo no difícil casamento entre ciência e mitologia as dimensões da criatividade na ciência, da imaginação, do poético e do artístico.

2.4. O Humanismo e o si mesmo

O “si mesmo” como meta a alcançar já foi uma proposta escolar estudada por Ramos (2001). Pelo governo do si mesmo o autor entendeu que havia uma proposta curricular nas escolas de Lisboa, particularmente junto aos alunos de liceus dos séculos XIX e XX, em que o ensino de aspectos ligados ao “governo do

si mesmo” fazia parte das grades curriculares. Profissionais envolvidos com a administração de pessoas, tais como os médicos, as visitadoras escolares e os psicólogos começaram a integrar o corpo educacional das escolas ao longo da primeira metade do século XX. Foi o momento de entrada das ciências “psi” no universo do Liceu, significando uma tentativa de gestão nacional da subjetividade e das inter-subjetividades. “Os traços da individualidade passaram a ser produzidos a partir tanto da observação e da examinação quanto da vigilância e aplicação do juízo normalizador sobre o corpo e o espírito do aluno” (RAMOS, 2002, p. 483).

A educação do si mesmo, segundo Ramos (2002), implicou, nos liceus portugueses, numa imposição de um controle severo sobre os aspectos morais e sobre a saúde dos estudantes.

Na psicologia foram implementados os testes de inteligência, que mediam o quociente intelectual dos estudantes com base na aplicação de testes psicométricos. Os testes visavam à medição do caráter afetivo dos estudantes, indicando os seus perfis. Os quocientes intelectuais variavam de 140 a 10 rotulando nos extremos, respectivamente, alunos considerados portadores de “inteligência genial” até alunos com “imbecilidade”.

Notamos que a educação do si mesmo, quando se tornou um objetivo da escola portuguesa, esteve muito vinculada à definição de perfis de saúde mental. Esse movimento educativo visava, principalmente, a atender as demandas da seleção de profissionais para o mercado de trabalho. Nos liceus havia um Instituto de Orientação Profissional que, a partir das análises psicológicas e médicas, seleccionava perfis dos alunos segundo demandas específicas de mercado.

O governo do si mesmo, neste caso, tornou-se uma forma de educação segregacionista. Estes tipos de psicometrias não tinham como objetivo fundamental a formação da dimensão humana, independente dos quocientes de Inteligência. Pelo contrário, justificavam o pleno caráter excludente das escolas, na medida em que estudantes considerados ineptos nos testes de saúde e de inteligência ficariam sujeitos a uma ação escolar precária e preconceituosa, quando não seriam excluídos da escola.

Como podemos perceber, o governo do si mesmo tornou-se uma opção segregacionista e não inclusiva das escolas portuguesas. A dimensão de formar para o romantismo estava excluída da ação das ciências “psi” naquele contexto. Isso pode parecer até contraditório! Entretanto, pesquisadores das áreas de educação e história já perceberam a influência marcante e excludente de tais métodos empregados nas próprias escolas públicas brasileiras²⁵. Não concebemos a educação humana dessa forma.

2.5. O Mitológico como resgate do si mesmo

O homem é um ser contraditório nas sensações que experimenta. A existência humana, na perspectiva das representações do mundo pelos sujeitos é, no mínimo, contraditória. Na esfera existencial humana estão presentes a dúvida e

²⁵ PEREIRA, J. S. relacionou a inserção de uma política de implantação de pressupostos da eugenia nas escolas públicas brasileira nos anos 40, fundamentada em uma prática educativa excludente e preconceituosa de controle sobre o corpo e a mente dos estudantes. (PEREIRA, 1999). Vide, também, Gouvea, 2006.

a certeza, o amor e o ódio, a placidez e a impulsividade, a paciência e a inquietude, enfim, o que nos caracteriza humanos, dentro desta perspectiva, é o envolvimento com o mundo, marcando em nós os elementos contraditórios e conflitantes da existência.

Migliavacca (1999) apontou que a condição humana está imersa num jogo de opostos. A autora revelou que esta condição contraditória insere na realidade mental humana formas de conflitos, em geral geradores de impulsos de criatividade.

A mitologia floresce num terreno de criatividade, desde tempos remotos até a modernidade, como expressão humana dessas condições conflituosas que cerceiam as dimensões existenciais humanas.

Na Grécia antiga, contava-se o seguinte mito: quando criança, o deus Dionísio foi aprisionado pelos titãs, seres gigantes e poderosos, que o despedaçavam e o devoravam, Zeus, o pai de Dionísio e o maior dos Deuses, enfurecido, fulminou os titãs com um raio. Do fumo exalado de seus restos surgiram os homens. Segundo este relato mitológico milenar, os homens criados por Zeus seriam a expressão das condições contraditórias da condição humana, pois haveria nos homens uma mistura das tendências destrutivas dos titãs com uma pequena parcela divina e que agem, em sua subjetividade, como um “eu oculto”.

Migliavacca (1999) expressa sua perplexidade diante da crueldade e expressividade do mito de Dionísio:

Esse mito tardio teria sido uma das respostas que os gregos deram à sua inquietude diante das contradições da natureza humana. Perplexos,

eles se perguntavam como era possível a convivência de tendências radicalmente opostas no ser humano, como era possível que os atos do homem revelassem a existência em seu espírito, tanto de um deus quanto de um criminoso. Pelo mito, explicavam e tornavam aceitável algo antes incompreensível. (1999, p.1).

Essa questão aponta para as potencialidades, pelo ensino de ciências, indicadas aos sujeitos e estudantes para que se compreendam, mediados pela perspectiva do pensar sobre as dimensões do si-mesmo. Lembrando Paulo Freire (VASCONCELOS; BRITO, 2006, p. 118), nunca é demais dizer que os estudantes devem ser educados mediante reflexões sobre a realidade, a qual deixa marcas nos seus sentimentos. Insiste Freire que a educação deve valer-se dos recursos do pensamento para a compreensão do mundo e de si mesmo.

Embora o legado de Freire não tenha incidido tanto sobre este si mesmo, nunca é demais ousado que insistamos no resgate da dimensão educativa do si mesmo como uma identidade com uma educação para a formação humana.

Formar o homem significa, para nós, o resgate desta dimensão contraditória dos sujeitos, de algo que tanto incomoda a todo humano, que o remete ao compreender-se no mundo e à sua condição humana conflituosa.

O resgate da ciência como cultura possibilitará que pela literatura o ensino de ciências quem sabe embarque na aventura da formação humana, no que há de mais conflitante no plano existencial humano.

Migliavacca (1999) resgata esta condição da formação humana como elemento essencial para o entendimento da natureza humana²⁶. “Distinguindo-se dos animais, o homem não é dominado só pelos instintos ou só pelo

²⁶ Sobre natureza humana, vide, por exemplo, HUME, 2001 e PINKER, 2004.

condicionamento biológico, mas aprende a pensar e a se questionar sobre sua existência, quer entendê-la, explicá-la, quer conhecer sua natureza”. (1999, p. 2).

Um iminente estudioso dos mitos, embora numa perspectiva mais religiosa e ligada a rituais sagrados, Mircea Eliade (2004) revelou como os mitos sagrados podem aludir às condições humanas existenciais: “... o mito ajuda o homem a ultrapassar os seus próprios limites e condicionamentos e incita-o a elevar-se para onde estão os maiores” (ELIADE, 2004, p. 130).

Eliade identifica na mitologia grega um movimento artístico e cultural a partir do qual importantes narrativas literárias e poéticas puderam expressar os conflitos e os dramas existenciais do povo grego.

Migliavacca (1999) apontou Eurípedes como importante dramaturgo grego que trabalhou, em suas criações poéticas, uma dramaturgia da tragédia da existência humana.

Considerado o dramaturgo que mais profundamente conseguiu penetrar no irracional da alma humana, Eurípedes teria sido quem primeiro levou ao palco a patologia da alma, abrindo à tragédia possibilidades de representar enfermidades do espírito. (MIGLIAVACCA, 1999, p.4).

Na tragédia *As Bacantes* Eurípedes humanizou seus personagens, ao retirar da divindade o poder sobre o homem, dando a este e às suas paixões a responsabilidade própria que caberia ao homem pelos destinos de sua vida.

Assim, num movimento similar, os sujeitos que refletem sobre os seus condicionamentos e seus conflitos podem ter grandes perspectivas de avançar dentro do terreno da própria trajetória escolar.

Migliavacca (1999) ainda ressaltou que “Eurípedes trabalha o mito de modo exemplar e extremamente mobilizador, pois ele leva o homem a voltar seus olhos para si mesmo e a reconhecer-se em seus atos”. (1999, p. 4).

O mesmo movimento apontado por Migliavacca é realizado por Ângelo Machado na obra *O casamento da Ararinha Azul*. Segundo o próprio autor, numa nota explicativa ao final do livro, “a história da ararinha-azul, narrada neste livro, tem componentes de realidade, ficção, mitologia grega e mitologia indígena” (MACHADO, 1996b, p. 106). Mais a frente, no mesmo texto, diz o autor:

Ao ler *O casamento da Ararinha Azul* – uma história de amor, qualquer pessoa, que conheça um pouco de mitologia grega, verá a semelhança que existe entre a história da ararinha e a de Penélope, narrada por Homero, na *Odisséia*. Penélope, a esposa de Ulisses, durante vinte anos, aguardou sozinha o regresso de seu marido da Guerra de Tróia, resistindo – como fez a ararinha – à pressão de um grande número de pretendentes, que queriam se casar com ela. O interessante é que a fidelidade da ararinha, mostrada na história, tem como base um fato bem sabido da biologia das araras, ou seja, elas são aves monógamas e, como tal, vivem juntas até a morte. (MACHADO, 1996b, p. 106-108).

Zanetic acerta ao definir o vínculo da física com a cultura. Como nos mostra Ângelo Machado, esse mesmo movimento implica numa inserção da biologia na cultura, compreendida, dessa maneira, em sua dimensão humanística.

Assim, humanismo e si-mesmo parecem fazer parte da mesma equação. Uma equação que tem como solução o enfrentamento dos estudantes com as questões conflituosas do viver no mundo pós-moderno e globalizado.

A proposta defendida por Zanetic (1997; 1998), de associar o ensino de Física a questões culturais, está sendo por nós apropriada. Embora Zanetic visse na literatura universal os potenciais para o ensino da Física, entendemos que uma

seleção mais rigorosa de obras de divulgação científica encontradas por nós (que serão classificadas como não canônicas) resulte num movimento educativo mais abrangente. Dessa maneira, entendemos que todo o ensino das ciências pode ser favorecido na sua vinculação com as dimensões da vida. Segundo Zanetic, múltiplos fatores podem contribuir para inserção da Física no plano da cultura, inclusive e especialmente sua relação com a sociedade. Inspirando-nos nestas idéias de Zanetic, procuramos apreciar esta inserção social da ciência, através da divulgação científica compreendida, dessa maneira, em sua dimensão social e através de seus potenciais recursos para reflexões essenciais sobre aspectos humanos.

O legado de Paulo Freire nos foi também extremamente útil, como forma de entendermos que educar implica também e essencialmente mover-se em direção à formação humana, relegada corriqueiramente aos planos das reflexões mais solitárias acerca do si mesmo. Pensar o si mesmo é uma tarefa difícil, mas que provavelmente garantiria aos estudantes um sentido para o aprendizado das ciências da natureza. No mínimo, as aulas de biologia garantem uma inserção desta reflexão sobre o pensar a si mesmo na perspectiva da educação afetivo sexual ou até mesmo nos debates éticos sobre a condição humana frente à iminência de desastres ecológicos (ressaltando-se ações isoladas também nesse caso).

Embora a LDB flexibilize os currículos e dê autonomia às escolas e aos professores, as propostas curriculares guardam resquícios de um pouco de engessamento, em conteúdos que nas concepções dos próprios estudantes já

caducavam. Os prions, os transgênicos e a biologia molecular, por exemplo, ainda são pouco abordados.

Não parece que podemos ficar esperando pela motivação intrínseca dos estudantes para promoção de um ensino das ciências com dimensões mais enriquecidas de sentido. Uma proposta de resgate do entendimento do si mesmo como engendradora da formação humana, nos surgiu na tentativa de tentar propor alternativas que procurem garantir um legítimo lugar do ensino de ciências nas ações escolares a fim de que, nesse sentido, as ciências possam efetivamente educar para a vida.

Assim Zanetic, Paulo Freire, Bernard Charlot e outros são vozes fundamentais nesse diálogo; a partir deles refletimos sobre os fundamentos de nossas apostas numa escola que faça sentido para a vida e para a existência humana.

2.6. O si mesmo como tema transversal

O tratamento devido a questões existenciais humanas, traduzidas nos conflitos e contradições presentes na literatura de divulgação científica que chamaremos de “não canônica”, não representa nenhuma inovação espetacular e salvacionista do ensino das ciências da natureza.

Brien and Eastmond apontaram, num tratado de ciências cognitivas, que

the role of affect in learning now is not clear. We can postulate that affective processes coming into play during the accomplishment of a

learning task are the same as these present, during accomplishment of any task in general. (BRIEN and EASTMOND, 1994, p. 23).

No entender dos autores, os afetos não deveriam ser matéria especial separada dos conteúdos formais das salas de aula. Não seriam apenas as atitudes dos professores de ciências, tratando mais afetivamente os estudantes, que trariam formas de educação dos afetos. Entendemos por afetos as reações diante das experiências de vida. Os afetos são essenciais para o entendimento do si mesmo, pois estes nada mais são do que a expressão da vida afetiva dos sujeitos. Entender os afetos, nesse sentido, é entender o si mesmo, compreendendo, também, que os seres humanos são ambivalentes.

Os autores ainda apontam a prioritária presença do entendimento das questões afetivas pelos estudantes como maneira de formar estudantes motivados. Para os autores, estudantes motivados são aqueles que investem afetivamente a partir da mudança de conceitos que se fazem valer, essencialmente, quando os conteúdos aliados aos afetos expressam as necessidades de suas realidades pessoais e sociais. Em sua perspectiva, os estudantes não teriam muitas razões para enfrentar mudanças de conceitos e conflitos cognitivos se não se relacionam afetivamente com os conteúdos.

Este nos parece ser um tratamento dado às questões afetivas e conceituais de forma integrada, por via do encontro entre os princípios da transversalidade e da interdisciplinaridade na formação em ciências da natureza. Nos parâmetros curriculares nacionais fica muito clara a tendência de integração de temas ligados às realidades pessoais e sociais dos estudantes:

Na prática pedagógica, interdisciplinaridade e transversalidade alimentam-se mutuamente, pois o tratamento das questões trazidas pelos temas transversais expõe a inter-relações entre os objetos de conhecimento, de forma que não é possível fazer um trabalho pautado na transversalidade tomando-se um a perspectiva disciplinar rígido. A transversalidade promove vida, compreensão abrangente dos diferentes objetos de conhecimento, bem como a percepção da implicação do sujeito de conhecimento na sua produção, superando-a a dicotomia entre ambos. Por essa mesma via, a transversalidade abre espaço para a inclusão de saberes extra-escolares, possibilidade a referência a sistemas de significado construídos na realidade dos alunos. (PCN, 1998, p 30).

O tratamento pedagógico das ciências da natureza, na perspectiva dos temas transversais, é uma forma de romper com a rigidez compartimentada através da qual os conteúdos normais são geralmente desenvolvidos.

As reflexões sobre o si mesmo têm a peculiaridade de tratarem-se de saberes “extra-escolares”. Um potencial uso de obras, tais como as de divulgação científica, poderia abrir um campo para outras pesquisas empíricas no campo do ensino de ciências.

Embora os temas transversais, nos PCNs, estejam classificados como temas ligados à ética, à educação ambiental, à pluralidade cultural, à orientação sexual, ao trabalho e ao consumo, entendemos que as reflexões sobre o si mesmo alcançariam também uma dimensão transversal básica. O si mesmo caberia dentro de uma perspectiva educativa da ética pessoal e social, na medida em que os sujeitos pudessem entrar em contato com a complexidade envolvida na tomada de decisões que dissessem respeito, por exemplo, aos seus afetos.

Amor e ódio são afetos ambivalentes. Os sujeitos em ação social estão submetidos a decidir, afetando negativamente ou não, os cidadãos e a sociedade.

Pelo amor nos relacionamos com a sexualidade, da mesma maneira que com ódio; e nossas decisões, nesse campo dos afetos, afetam eticamente a vida pessoal de outros sujeitos. Os temas transversais nos parâmetros curriculares nacionais tiveram como um dos comentários para elaboração o atendimento a demandas sociais urgentes. Dentre elas destacamos a questão urgente da “afronta à dignidade das pessoas e a deterioração conseqüente de suas qualidades de vida”. (BRASIL, PCNs, 1998, p.25).

O cidadão que tem oportunidades de pensar sua própria natureza humana expressa no entendimento dos próprios conflitos, pode, talvez, inserir-se socialmente à maneira de um humanismo. A crise social na qual o mundo está envolvido é uma crise de desumanização. Os ideários do iluminismo parecem ter fraquejado, dentre os quais o de fazer da sociedade mais humana e fraterna. É preciso investir na formação deste homem perdido nos tempos da obscuridade do mundo moderno. Como defendia Paulo Freire, uma nova utopia seria necessária para atendermos a um projeto de melhor escola e de melhor sociedade. Formar o homem é a minha utopia.

**CAPÍTULO 3 – OBRAS CANÔNICAS E NÃO CANÔNICAS DE DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA**

3.1. Referencial Teórico

A divulgação científica como literatura é explorada por referenciais bibliográficos de diferentes origens que, contudo, se complementam. Zanetic (1997; 1998; 2006) indica importantes reflexões para compreensão da divulgação científica. A ciência, particularmente a Física, é resgatada na medida em que suas interfaces de aliança com a cultura possibilitam à educação em ciências uma apropriação do discurso científico, potencializando o uso da dimensão cultural da ciência em prol de uma ação educativa mais integral. Os argumentos que associam a ciência aos planos da cultura justificam uma apropriação literária da divulgação científica. Literatura e ciência, segundo Zanetic, são campos conciliados e perfeitamente complementares. Nesse sentido, é possível dimensionar a divulgação científica como ramo literário, tanto em obras de autores cientistas quanto de autores não cientistas.

Os autores referendados por Zanetic (2006) têm desde uma vinculação com ramos literários com cogitações científicas até uma ortodoxia científica com íntimas implicações literárias. Dentro da vasta lista de autores relacionados por Zanetic, entretanto, não constam autores vinculados a uma canônica divulgação científica. Os cânones da divulgação científica atual, como são os casos de Richard Dawkins, Stephen Jay Gould e Carl Sagan com seus respectivos clássicos de divulgação científica, não aparecem como exemplos de ícones da aliança entre ciência e literatura na lista proposta por Zanetic. Poderíamos dizer

que, de maneira complementar, Mora (2003) associa ciência com literatura em obras canônicas de divulgação científica.

A definição utilizada por nós, de divulgação científica como literatura canônica e não canônica, fundamenta-se, pois, nas contribuições de Zanetic e Mora, a seguir detalhadas.

Ciência e literatura

Os cientistas com veia literária e os autores de literatura com veia científica são os ícones da aliança entre ciência e literatura.

Zanetic (2006) faz referência à incongruência entre ciência e literatura²⁷ e localiza na literatura universal (ZANETIC, 2005, p. 21-24) a concretização desta aliança. Afirmar também a operacionalização da vinculação da ciência com a cultura, na medida em que, por exemplo, a literatura admite a ciência em suas entrelinhas. Segundo afirma - nessa perspectiva em que ciência e literatura se conciliam - na literatura destacar-se-iam Émile Zola e Umberto Eco e, no plano da ciência, a ação literária de Johannes Kepler. Kepler produziu uma obra em que falava de ciência; entretanto, na sua obra estavam presentes concepções de mundo e de vida, identificando-se, assim, com um estilo bem literário.

De acordo com Zanetic, Émile Zola, a partir de 1905, incorporaria, à sua narrativa, o espírito do determinismo científico do século XIX. Dizia Zola:

²⁷ Como já dissemos, essa incongruência foi discutida por Snow, em "*As duas culturas*", postura revista posteriormente pelo próprio autor, que viria a admitir a aliança entre literatura e ciência. Vide em: SNOW, C.P. *As duas culturas*. Lisboa: Editorial Presença, 1995. SNOW, C.P. *As duas culturas e uma segunda leitura*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

Não somos nem químicos, nem físicos, nem fisiológicos, somos simplesmente romancistas que nos apoiamos nas ciências. (...) O romancista experimentador nada mais é senão um cientista especial que emprega o instrumento dos outros cientistas à observação e à análise. (ZOLA, apud ZANETIC, 2005, p.23).

Dessa maneira, Zanetic afirma que o determinismo clássico, característica da física newtoniana, dominava o mundo vivido por Zola, marca do espírito científico de uma época que teria então povoado a sua obra.

Continuando essa reflexão, Zanetic afirma que Umberto Eco teria avançado mais. Umberto Eco “não identificou a imaginação poética com a racionalidade científica”. Se Zola teria associado ciência e literatura - pela incorporação do espírito positivista da ciência -, Umberto Eco teria percebido que ícones da literatura tratam geralmente essas duas dimensões (literária e científica), aparentemente inconciliáveis, como complementares.

Embora o autor admita o caráter de popularização da ciência nas obras da literatura universal e nas obras de cientistas com veia literária, há outras categorias de divulgação científica que exploramos em nossa pesquisa.

Poderíamos citar os clássicos da ficção científica e obras de autores mais contemporâneos, como Richard Dawkins e Carl Sagan.

Primeiramente, Zanetic localiza, por exemplo, o papel educativo de *A máquina do Tempo* de H.G. Wells, que teria demarcado uma fronteira no gênero, pois: “pode[ria] suscitar análises tanto do conteúdo científico quanto do discurso literário” (2006, p.43). O autor afirma o caráter potencial de obras dessa natureza para utilização na sala de aula. Apesar disso, dialogando com referencial proposto

por Gaston Bachelard, expressa cautela em relação ao uso educacional da ficção. Vejamos: “Essas ficções científicas, viagens à Lua, invenção de gigantes e de monstros são, para o espírito científico, verdadeiras regressões infantis. Podem ser divertidas, mas nunca instrutivas” (BACHELARD, apud ZANETIC, 2006, p. 53).

A respeito, Zanetic comenta:

Seguindo os comentários de Bachelard sobre as obras de ficção científica ao pé da letra, um educador que admira a obra epistemológica do pensador francês se absteria de utilizar em suas aulas, por exemplo, os livros de Júlio Verne, H.G. Wells, Sir Arthur Conan Doyle, Fred Hoyle, Karel Capek, Ray Bradbury, Arthur Clarke e tantos outros. Eu daria sugestão diferente dessa. Creio que o professor (de física e/ou literatura) deve utilizar essas obras de ficção científica com os devidos cuidados que qualquer professor consciente de sua função deve ter. (2006, p. 53).

Assim, o autor compara o uso da ficção científica na sala de aula com o uso dos livros didáticos: “Afim, os livros didáticos também estão repletos de obstáculos epistemológicos à espera de que o professor os problematize com seus alunos, transformando-os numa rica experiência pedagógica” (2006, p. 53).

Zanetic também comenta o movimento que realiza Richard Dawkins, autor de *Desvendando o arco-íris*:

num livro recente, o zoólogo e escritor de livros de divulgação científica, Richard Dawkins, inspira-se em vários trabalhos de alguns poetas como Blake, Goethe, Coleridge e Keats, entre outros, para mostrar o descontentamento de muitos deles com o desenvolvimento da ciência viva, particularmente com os trabalhos de Isaac Newton (2006, p. 50).

Segundo afirma Zanetic, Dawkins revela postura semelhante à de Snow, ao afirmar que planos da ciência estavam dissociados da percepção de alguns

poetas, propondo, para sua superação, uma aproximação maior dos poetas com os planos da ciência. Zanetic referenda Dawkins ao afirmar que:

(...) os poetas poderiam fazer melhor uso da inspiração fornecida pela ciência, chegando a imaginar uma *sinfonia da Evolução*, de Beethoven e *A via Láctea*, de John Milton, para exemplificar como os artistas lucrariam com a ciência (2006, p. 51).

Sobre este segundo gênero da divulgação científica, interessou-nos a recomendação explícita, por Zanetic, de uso da ficção científica na sala de aula de ciências, tal como também estamos propondo. Contudo, estas obras serão exploradas, nesta tese, numa dimensão potencial diferente do que havia proposto Zanetic, consideradas, então, como “Divulgação científica não-canônica”.

Percebemos também que a exploração potencial da ficção científica se restringe às dimensões conceituais e processuais da Física, tal como comentou Zanetic (2006):

O professor sugere que seus alunos leiam o livro ‘*A viagem ao redor da Lua*’, de Júlio Verne, onde a viagem teria sido feita através de um projétil de artilharia que partiria da superfície terrestre com a velocidade de um escape mínimo necessária, de acordo com os cálculos anteriormente apresentados pelo professor. O professor poderia explicar para seus alunos porque o projétil não chegaria à Lua. (2006, p. 54).

Defendemos uma idéia, sobre obras de literatura universal, que figura em depoimento pessoal na narrativa de Zanetic:

esses escritores foram pródigos em oferecer-me as mais variadas experiências que facilitaram o meu lidar com o mundo adulto, quando eu ainda era aluno do antigo ginásio. Quantas vezes não fui buscar nos livros desses escritores respostas para problemas, esclarecimentos sobre dúvidas existenciais, interrogações sobre aspectos do mundo que

me inquietavam e que não tinha possibilidade de esclarecer tanto com parentes e amigos quanto com o que a escola me oferecia. (1998, p.15).

Desse depoimento podemos retirar reflexões importantíssimas para a perspectiva analítica indicada nesta tese. Ressaltamos a vertente das questões existenciais, algo muito caro à juventude, adolescência e mesmo à infância. Como Zanetic procurou respostas para seus conflitos pessoais em obras de caráter literário com apelo na divulgação científica, defendemos que há obras de divulgação científica que usam os conceitos e processos da ciência, mantendo, contudo, propósito reflexivo semelhante ao descrito por Zanetic, qual seja, o de tratar dos dilemas e contradições humanos, sem que a ciência seja subsumida.

O uso sugerido por Zanetic para essas obras de ficção científica na sala de aula de física trata-se de uma ação voltada para o ensino de aspectos conceituais. Para esse autor, os professores deveriam usar as divagações e fantasias da ficção para chegar a conceitos físicos. Nessa perspectiva, Zanetic aproximou-nos da possibilidade de uso da ficção na sala de aula e também abriu-nos fronteiras e veredas que nos permitiram, num movimento de releitura de sua obra e mesmo de aprofundamento de suas discussões, tratar de uma educação científica humanizadora.

Entendemos que a recomendação de que os professores deveriam perseguir conceitos físicos (para o caso em análise) é pertinente e importante. Contudo, consideramos que é preciso avançar, na educação em ciências, em direção a questões mundanas, humanas, conflitantes e existenciais das pessoas. Dessa maneira, recomendamos o uso da divulgação científica na sala de aula de ciências não apenas para compreensão e construção de conceitos, embora essa

seja também uma dimensão do ensino de ciências. Contudo, também afirmamos o valor fundamental da ciência para abordagem de questões que são eminentemente existenciais: os dilemas, as dúvidas e contradições sobre o si mesmo são prioritariamente tratados nas obras de divulgação científica selecionadas, oferecendo, ao ensino de ciências, outras perspectivas de formação.

A dimensão humana da divulgação científica

Sánchez Móra nos brindou com uma obra em que encontramos o tratamento da divulgação científica como literatura²⁸, apresentando os vínculos viscerais entre essas duas dimensões em obras de autores renomados da divulgação científica, como Stephen Jay Gould, Richard Dawkins, Carl Sagan, Nigel Calder, George Grestein e outros, que são autores que conseguiram tratar a ciência pela narrativa literária. Segundo a autora, “O uso dos recursos literários tem uma finalidade que vai além da simples comunicação de idéias: causar, na maioria das pessoas, uma emoção afetiva ou estética” (2003, p.88). Por meio da análise desses clássicos, Sánchez Mora postula que é possível perceber, na ciência, a dimensão humana.

A autora recortou pequenos trechos de obras de divulgação científica como literatura, trazendo-nos interpretações que demonstram o uso literário da ciência.

²⁸ Lembremos que esta relação entre ciência e literatura vem sendo discutida amplamente pelo menos desde os anos 50 e vários autores, dentre eles o próprio Snow e no Brasil o já referenciado João Zanetic, dentre vários outros, lançaram-se à defesa da conciliação entre essas duas áreas.

De acordo com Mora, em *O umbigo de Adão* (Stephen Jay Gould), a tradição religiosa entrelaçada com a pintura conduz para um argumento de grande peso sobre a criação divina, com aparência de preexistência. São argumentações que, segundo defende a autora, entendem a ciência associada a dimensões metafísicas e religiosas, além de questões ligadas à história e à tradição.

Ainda segundo seu ponto de vista, Richard Dawkins, em *O gene egoísta*, para ilustrar o que são moléculas replicadoras, lança mão da imagem dos copistas da Idade Média. Nesse caso, o divulgador de ciência aborda a biologia molecular por meio da alusão a aspectos históricos e da tradição.

Mora também viu em Carl Sagan, na obra *Cosmos*, uma boa dose de poesia. Sagan reconheceu que somos feitos de pó estelar e que isso não diminui a grandeza do nosso ser, segundo nos sugere a autora.

Nessa mesma linha, ela localizou em Fred Hoyle, em "*Dez faces do Universo*", uma postura de "deboche" em relação à cultura classicista, que, para o autor, teria influenciado a descoberta de Maxwell: a noção de éter luminífero, da cultura clássica grega, teria prejudicado a consolidação de uma noção física mais avançada.

Na conciliação entre ciência e literatura, Mora entende que os aspectos literários dados ao tratamento da divulgação científica podem ser exemplificados através do uso das seguintes estratégias:

- base na história e na tradição;
- emprego da ironia e do humor;
- entrelaçamento entre arte e ciência;
- uso de analogias e metáforas;
- recurso ao cotidiano;

- um lugar para a metafísica e a religião;
- referência à cultura popular;
- reconhecimento dos erros humanos;
- dessacralização da ciência. (MORA, 2003, p. 87)

De acordo com a autora, a divulgação da ciência tem tudo para ser prazerosa para o público receptor se, associada à mensagem científica, o tratamento textual for literário:

A divulgação científica como literatura é aquela que emprega recursos literários, a que envolve preocupações humanas, aquela que recria, no sentido de uma expressão pessoal e inovadora. A que não olha para a ciência como conhecimento isolado, mas a submerge no mar das preocupações intelectuais partilhadas pelos seres humanos. (2003, p. 109).

Sobre o que considera legítima divulgação científica, diz a autora:

(...) no dia em que as antologias literárias incluírem Jay Gould e Sagan, Dawkins e Hoyle, terá sido dado um grande passo na cultura. Se for defendido o valor destas e de muitas outras obras de divulgação científica como literatura, independentemente do tema, estará cimentada uma tradição literária mais flexível e, portanto, mais completa. (2003, p. 109).

Como podemos perceber, o rol de autores relacionados à prática da divulgação científica como literatura explicita uma vinculação com a academia, sendo indicados preferencialmente autores cientistas e de divulgação científica. São aqueles autores classificados por Zanetic (1998) na categoria de cientistas com veia literária.

Atribuímos nesta tese a categoria de “divulgação científica não canônica”, que inclui obras já indicadas por Mora, mas com complementações. A

classificação de Mora, atribuindo a um rol de autores cientistas de alta estirpe na divulgação científica, como produtores de uma genuína divulgação científica como literatura, permitiu que chamássemos estes autores e suas obras de “*Canônicas de divulgação científica como literatura*”. Convencionamos denominar de “obras não-canônicas” aquelas que selecionamos para análise nesta tese. Dessa maneira, utilizando as classificações propostas por Mora e Zanetic chegamos a uma categorização própria.

3.2. Obras Canônicas e não Canônicas de Divulgação Científica

O foco desta tese se localiza na avaliação do potencial de ensino de obras literárias relacionadas à ciência. Tomamos como idéia de fundo transpor o fosso epistemológico entre as duas ciências de Snow. A divulgação e a ficção científica nos parecem candidatas a pontes entre esses dois mundos.

Tivemos contato com obras e escritores da chamada literatura universal, tais como Thomas Mann, Monteiro Lobato, Ítalo Calvino, Charles Darwin, Ernest Mayr e outros. Nesta literatura universal, encontram-se tanto escritores com veia científica e cientistas com veia literária.

Há obras que pertencem a um gênero de ficção científica um pouco diferente dos grandes clássicos da ficção. No gênero clássico, os autores remetem os leitores a um futuro fantástico em relação à realidade atual da ciência. As obras que escolhemos parecem não ter esta característica, pois o conteúdo científico já é apresentado como um produto das conquistas da ciência atual. Aliada a esse

choque de realidade, a narrativa ocorre dentro do âmbito do fantástico e o contexto narrativo tem como pano de fundo o mundo dos sonhos em que os entes objetivos científicos ganham vida e são personificados. A ficção, como criação de uma realidade imaginária, ocorre mais fortemente na trajetória da vida cotidiana, sendo que os conteúdos de ciência aparecem condensados à dimensão imaginária, o que nos parece ser uma forma de transposição didática (CHEVALLARD, 1991) e literária possível de revelar um estatuto epistemológico original, diferente, por exemplo, dos materiais didáticos tradicionais.

Há obras de divulgação científica pertencentes a áreas do conhecimento tais como a física moderna e a paleontologia, com as quais tivemos contato. Em geral a realidade da física moderna ainda é palidamente ou quase nada trabalhada na escolarização formal e informal, pois os conceitos são complexos e muito difíceis de serem didatizados. Contudo, verificamos um universo considerável de obras de divulgação científica relativas a essa área.

Essas obras pretendem fazer uma divulgação de conceitos da física quântica e da cosmologia com transformação e simplificação conceitual. São obras voltadas para o público infanto-juvenil e apresentam a ciência moderna, um assunto difícil de ser revelado talvez através das obras didáticas da escolarização formal. Ressaltamos que os autores são todos cientistas, evidenciando o seu pertencimento às fontes produtoras de conhecimento. Isto não significa, contudo, que suas obras sejam mais eficientes que outros materiais disponíveis para o ensino das ciências.

Podemos encontrar na modernidade a ficção científica como legítima forma de divulgação da ciência, com a recente iniciativa de escritores cientistas

associados a áreas da ciência, vindos da biologia e, principalmente, da física. Esses autores produziram obras de seqüências narrativas, com fábulas alegóricas, dotadas de conteúdos científicos que discutem um amplo universo de conhecimentos, como, por exemplo, no âmbito da física quântica²⁹ e da paleontologia³⁰.

A aliança entre literatura e ciência parece ter se concretizado, porém a voz de Snow se faz renitente, pois novo confronto se faz ecoar, já que alguns cientistas advindos da química, da física e da biologia tentam delimitar o terreno da divulgação científica, defendendo a exclusividade dos cientistas na prática da divulgação científica, por vezes até desqualificando o campo da literatura como legítimo espaço da divulgação científica. Cogita-se, assim, um provável corporativismo na salvaguarda da divulgação científica. Alguns cientistas (especialmente pesquisadores das áreas de física, química e biologia) advogam que a divulgação científica é papel da categoria de pesquisadores detentores e dominadores dos conhecimentos.

Em artigo recente, Enio Candotti³¹ defende que “textos escritos por pesquisadores ativos na produção de novos conhecimentos poderiam contribuir de modo decisivo para a atualização permanente dos textos didáticos”. (2002, p.22). Em recente debate, o cientista, físico e divulgador de ciência, Henrique Lins e Barros declarou que cabe aos cientistas a incumbência de fazer divulgação científica, pois são as legítimas fontes produtoras do conhecimento, enfatizando o

²⁹ Vide *Os sonhos atribulados de Maria Luíza*, Mário Novello, 2000.

³⁰ Vide *Os Meninos da planície*, Cástor Cartelle, 2001.

³¹ Presidente da SBPC, Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.

papel crucial dos cientistas na prestação de assessorias a jornais e revistas de divulgação científica.

O jornalismo científico se inscreveu nas linhas editoriais dos grandes jornais de circulação nacional, e há quem diga que a divulgação científica de qualidade poderia ser feita por aquele que detém recursos literários e de comunicação, como é o caso do jornalista científico.

3.3. Construção empírica

A divulgação científica que estamos categorizando de “canônica” é aquela cuja linguagem tem atributos particulares. Usamos trechos da obra *Cosmos*, Carl Sagan, para tentar demonstrar como o conceito de “anã branca” é construído e explicitado. O autor de *Cosmos* elabora a definição do conceito, partindo do princípio explicativo das reações termonucleares do sol:

(...) Mas a fusão do hidrogênio não pode continuar para sempre; no sol ou em outra estrela, há somente uma determinada quantidade de combustível hidrogênio em seu interior quente. O destino de uma estrela, o final de seu ciclo de vida, depende muito da massa inicial. (1989, p. 231)

Ou,

(...) quando o hidrogênio central tiver todo reagido para formar o hélio, daqui a cinco ou seis bilhões de anos, a zona de fusão do hidrogênio migrará lentamente para fora, um recipiente em expansão de reações termonucleares, até atingir o local onde as temperaturas são menores de que dez milhões de graus. A fusão do hidrogênio se encerrará (...) (p. 231).

E “(...) a cinza se transformará em combustível e o sol se engajará em um segundo ciclo de reações de fusão” (p. 231).

A partir do fato do Sol estar utilizando as cinzas como combustível, Sagan alcança a definição pontual de anã-branca, depois de uma vastíssima argumentação e explicações cada vez mais pormenorizadas:

(...) os restos do Sol, o centro solar exposto, a princípio envolto em sua nebulosa planetária, será uma pequena estrela quente, esfriando no espaço, colapsando em uma densidade jamais imaginada na Terra, mais de uma tonelada em uma colher de chá. Daqui a bilhões de anos o Sol se tornará uma anã-branca degenerada, esfriando como todos os pontos de luz que vemos nos centros das nebulosas planetárias, com temperaturas de superfície altas até o seu último estágio, uma anã-preta, escura e morta. (232).

Através destes trechos fica claro que uma obra que chamamos “canônica de divulgação científica”, além de ter os atributos arrolados por Mora, tem também o diferencial da linguagem estritamente explícita. Para o leitor que se debruça sobre obras canônicas, portanto, pouco fica implícito, ou melhor, o autor não pressupõe que o leitor domine determinados conceitos. Pelo contrário, o autor constrói gradativamente os conceitos, com riqueza de detalhes. Trata-se de explicitações detalhadas e não raramente longas.

Para comparar a idéia de linguagem explícita e implícita, usamos um trecho da obra *2001 - Odisséia no espaço*, Arthur Clarke. Clarke também apresenta a definição de anã-branca, mas de maneira muito diferente do que faz um autor como Sagan, numa obra com perfil canônico. O trecho é o que se segue:

(...) O horizonte cada vez mais brilhante, mudou a sua cor de vermelho escuro para amarelo, depois para azul, e por fim para um violeta empolado. Arrastando atrás de si erupções periódicas de matéria estelar, a anã-branca começara a erguer-se no horizonte. Bowman protegeu os olhos do clarão intolerável do pequeno sol, e observou o virulento panorama estelar que o seu campo gravitacional sugava para o céu. Uma vez, nas Caraíbas, fora-lhe dado contemplar uma tromba d'água em movimento; aquela torre de chamas tinha quase a mesma forma. Mas a escala era ligeiramente diferente – a base da coluna devia ser mais larga que o planeta Terra. (p. 189).

A anã-branca na divulgação científica não canônica aparece com o artigo definido fazendo menção a algo já conhecido pelo leitor e que, portanto, não precisaria ser exaustivamente definido pelo autor. A anã-branca então, pela falta de explicitação conceitual, aparece na divulgação científica não-canônica de Clarke como um implícito. O propósito da anã-branca estar presente ao longo da obra é de aludir a uma atmosfera de encantamento e medo. Estes afetos são típicos de um ramo literário mais humanista, cuja utilização poderia se adequar à sala de aula de ciências.

Chamamos a atenção, nesse breve exercício comparativo entre narrativas, para o fato de que a divulgação científica não canônica centraliza o foco da atenção do leitor nas contradições e conflitos existenciais dos personagens, ao passo que a divulgação científica canônica é impessoal e nela não há personagens específicos, com vida própria, recaindo a narrativa sobre os conceitos. Assim, os sujeitos não aparecem, pois o foco é centralizado na divulgação de conceitos e fatos da ciência.

3.4. O humanismo e a literatura não canônica

O referencial “canônico e não canônico” emergiu da categorização de Mora (2003) para obras que não estão classificadas como literatura universal por Zanetic (2006). A categoria “não canônico” teve como referencial o “canônico” como literatura de Mora (2003). Portanto, aquela vasta obra da literatura universal selecionada por Zanetic não entra nessa categorização canônica, muito embora, inegavelmente, cumpra um papel de divulgação científica.

A ciência ganharia, então, de acordo com essa abordagem, um sentido humano. Entretanto, a centralidade das abordagens destas obras faz com que as qualifiquemos como literatura de divulgação científica **canônicas**, pois têm como propósitos fundamentais a divulgação conceitual e estrutural da ciência, a divulgação e a exibição pública da ciência. A dimensão humana aparece como componente secundário, relacionada a genes, luz, física quântica, enfim às “entidades” da ciência.

Em nosso universo de fontes estão obras que não são comumente tidas como obras clássicas de divulgação científica como literatura. Estão aqui categorizadas como **não canônicas**, e têm como centralidade a dimensão da formação humana do leitor/aprendente.

Diferentemente das obras canônicas, que usam da formação humana como mero recurso para se chegar à divulgação de conceitos e dos aspectos estruturais da ciência, as obras não canônicas centralizam o foco na apresentação de aspectos ligados ao desenvolvimento da formação de consciências, o que, em geral, não passa pelo discurso direto da ciência, mas pelo entendimento da

dimensão subjetiva, apelando, em alguns casos, para reflexões relativas à dimensão do inconsciente.

As obras não-canônicas de divulgação científica como literatura compreendem um seleto grupo de obras, dentre as quais poderíamos destacar obras de ficção científica como: *Blade Runner* de Philip K. Dick (1968), *Guerra dos Mundos* de H.G.Wells (1968), *Contato*, de Carl Sagan (1999), *2001 - Odisséia no Espaço*, de Arthur Clarke (1982). Outras obras não-canônicas de divulgação científica como literatura despontam com destaque como *Sonhos de Einstein e Viagem no tempo e o cachimbo do Vovô Joe e outros Ensaio*s de Alan Lightman (1993 e 1998), *Os Meninos da Planície* de Cástor Cartelle (2001), e de Ângelo Machado *O dilema do Bicho-Pau* (1997), *O casamento da ararinha azul* (1996) e *O menino e o rio* (1989). Dentre estas obras descritas selecionamos quatro delas, que se encaixam melhor na nossa categoria, e certamente essa seleção atendeu a critérios objetivos. Entretanto, cada obra em particular tem fatores positivos e negativos. Tais fatores serão descritos posteriormente na seção em que descrevemos nossa metodologia e as maneiras como selecionamos nossas fontes.

A literatura canônica debate a formação humana visando atingir a dimensão conceitual da ciência, enquanto a literatura não-canônica lança mão do discurso da ciência como um artifício para reflexão sobre grandes inquietações da alma humana, no que ela detém de mais subjetivo, também intrinsecamente associado às interações advindas das experiências com o outro. Muitas das obras não canônicas selecionadas são também de caráter mitológico, pois exploram aspectos contraditórios e conflitantes da dimensão existencial humana. Chamou-

nos atenção particular a abordagem daqueles aspectos subjetivos inerentes à condição humana, que geralmente encontramos na grande literatura de vanguarda. Os conflitos e contradições aparecem numa narrativa de caráter ambivalente, o que caracteriza uma típica narrativa mitológica.

O berço da narrativa mitológica grega nos deixou um legado de mitos, que em geral só existiram para justificar e ordenar o caos da existência humana mediante os dramas e trágicos conflitos que a humanidade e as singularidades humanas tiveram que enfrentar. Resquícios desse modo de narrar a condição humana estão bem caracterizados nas obras de divulgação científica não canônicas.

Então, consultamos desde obras de literatura universal até ficção científica, passando pelos clássicos canônicos de divulgação científica como literatura. Entretanto, elegemos quatro obras “não-canônicas” por terem como diferencial uma narrativa mitológica, eivada de conflitos e contradições humanos, na centralidade do recado que elas transmitem.

A literatura não canônica tem como perspectiva a existência humana e as relações travadas com os semelhantes no transcurso da vida. O discurso da ciência, assim, assume e requer uma dimensão poética na medida em que “biologia molecular, seleção natural, tubos dimensionais e genes” se transformam em mediadores de um caminho de busca de um “si-mesmo”.

CAPÍTULO 4 – AS FONTES E A METODOLOGIA

4.1. Opção por obras transcientíficas

MECKE (2003), num estudo recente, apontou que o ensino de física precisa receber cuidadosas revisões, pois os estudantes de física não demonstram estar compreendendo o alcance de suas metáforas:

Esta parece ser uma das razões pelas quais muitos estudantes são perfeitamente capazes de efetuar cálculos, mas têm idéias e imagens mentais erradas. É indispensável ensinar não só técnicas de cálculo corretas, mas também associações de idéias corretas. (MECKE, 2003).

Mecke aponta, a partir de suas conclusões, algumas possibilidades do uso da literatura no ensino de física. Segundo o autor, a linguagem literária, quando interpretada mediante os conceitos físicos, pode melhorar as precárias aquisições conceituais dos estudantes, estimulando uma formação científica mais cuidadosa. Para o autor, o ensino de física quântica poderia ser iniciado, por exemplo, a partir da leitura de *A Montanha Mágica*, de Thomas Mann, indicando, com isso, que, no ensino, a ciência não estaria confinada a uma torre de marfim, mas, antes, estaria no seio da sociedade.

Entende Mecke (2003) que a ciência esgotaria os potenciais humanísticos da sociedade na medida em que se propusesse a explicar a natureza através de modelos, leis e teorias destituídos de caráter humano, na medida em que não alcançasse a dimensão das vivências pessoais e coletivas.

Fazer poesia com a lua poderia tornar-se injustificado, pois a ciência já teria descrito muito bem a superfície lunar, e não seria conveniente sonhar com moradas idílicas por lá. Sonhar com uma família numerosa junto da esposa amada parece não combinar com as teses genéticas de mutações deletérias e geradoras

de doenças cada vez mais prováveis quanto maior for a idade das mulheres. Se o discurso científico for destituído de experiências humanas, teremos alcançado, então, uma perda de sentido da vida.

De maneira alternativa a esse apartamento da ciência em relação à vida, Mecke aponta as potencialidades da literatura para promoção de uma formação científica que eleja metáforas como engendradoras de entendimentos.

Utilizamos um critério para seleção de obras canônicas e não canônicas de divulgação científica a serem analisadas, que significou considerar em que medida elas têm um alcance “trans-científico”, ou seja, como e com que finalidades abordam os sentidos da vida humana através do discurso da ciência.

Procurei nas obras um apelo comum por uma melhoria da imagem da ciência. Entendo que este critério permitiu excluir de nosso espectro obras de cunho predominantemente positivista, especialmente porque essa abordagem positivista não admite qualquer aproximação entre ciência, sociedade e subjetividades. A divulgação científica está repleta de obras deste caráter, embora saibamos que elas possam preencher os requisitos de qualidade na divulgação científica mais comprometida com a transmissão de conteúdos da ciência.

Selecionamos, portanto, obras não canônicas para a nossa análise, pois têm como centralidade a formação humana e sugerem uma imagem menos positivista da ciência. Por “formação humana” entendemos a capacidade das obras não canônicas de trazerem, através da narrativa mitológica, o contraditório e o conflitante da vida humana, o que nos sugeriu fundamentalmente um sugestivo potencial para humanização das aulas de ciência.

4.2. Objeto de estudo

A ciência é inequivocamente um repositório de saberes e práticas potencialmente capazes de trazer benefícios à humanidade. Os produtos não tecnológicos da ciência (pois a ciência também se encarrega de produzir bens materiais para a sociedade) se traduzem num conjunto de saberes com porta-vozes. Estes porta-vozes podem ser diferentes indivíduos, pertencentes a grupos distintos tais quais os próprios cientistas, os jornalistas, os poetas, os professores, os instrutores de museus e também escritores com veia científica.

Assim, teríamos diversas esferas da divulgação científica. A esfera que nos interessa nesta tese encontra-se restrita à produção de um grupo de cientistas escritores, portadores de uma sensibilidade literária, que elegeram a vida humana como principal palco em torno do qual gravitam os conceitos e processos da ciência.

Selecionamos obras de divulgação científica como literatura por adequarem-se a uma categorização não canônica nos meios onde circulam a literatura propriamente dita como científica e também aquela considerada não científica. Encontramos nestas obras um potencial de exploração de aspectos contraditórios e conflitantes da existência humana.

Estas contradições e conflitos existenciais são explorados como potenciais reveladores de sentido para o discurso por vezes hermético da ciência. Estaremos procurando extrair do discurso transformado da divulgação, em relação à ciência, um sentido humanizador para as ciências da natureza. Assim estaremos

explorando as contradições e conflitos das narrativas em busca de subsídios que permitam reflexões sobre o homem na sua singularidade e fatores também inerentes à sua própria condição humana.

Estas reflexões permitiram-nos uma aproximação com aspectos relacionados ao “si mesmo humano”, proporcionadas por uma atividade de leitura atenta não somente ao discurso de divulgação de conteúdos e processos da ciência, mas também e primordialmente ao caráter humanizador e mitológico das narrativas escolhidas.

Além de reflexões sobre o si mesmo, nossas análises também contemplam uma abordagem da narrativa dos processos da natureza da ciência na própria narrativa mitológica. Assim, as narrativas mitológicas recortadas para análise figuram como possibilidades para conferir sentido ao trabalho escolar em ensino de ciências.

Dessa forma, entendemos que a compreensão dos processos da ciência e a reflexão sobre o si mesmo podem aludir a uma educação formal mais humanizadora, além de demarcarem bem o campo da ciência como cultura.

Dentre os autores de literatura de divulgação científica categorizados por Mora (2003), encontramos Carl Sagan, cuja produção parece ser não totalmente canônica, pois tem um alcance muito além da dimensão do próprio discurso científico, embora faça opção por uma linguagem muito tecnológica e conceitual.

Em *Contato*³² (Sagan, 1995), o terreno da ficção científica desloca um pouco a centralidade do discurso científico, típico da divulgação científica, para a dimensão das experiências humanas transcendentais ao discurso da ciência.

Contato é uma obra híbrida, sendo canônica e não canônica. Isso só demonstra que nossa definição é arbitrária, alcunhada somente para finalidades analíticas e reflexivas. Entretanto, em *2001 - odisséia no espaço* Clarke explora o discurso da ciência de forma mais condensada. Uma forma implícita de abordar conceitos e entidades da ciência caracterizaria muito bem esta obra, além de trazer abordagens de importantes facetas existenciais humanas.

Os estudantes da escola básica parecem não ser alvos da literatura científica canônica. Um estudante com uma sólida formação universitária seria um receptor mais adequado às obras canônicas, pois, no Brasil, não é muito comum a circulação deste tipo de literatura nos meios escolares, embora possamos ressaltar que uma obra da alçada de *O gene egoísta* (Richard Dawkins) tenha recebido elogios da crítica literária exatamente por apelar a aspectos formais da linguagem muito afeitos ao chamado público leigo³³.

Ângelo Machado parece ter optado por uma produção voltada para um público “em formação para a leitura”, de forma a contemplar uma escrita menos técnica e científica, visando a atender aos anseios de formação de consciências que possam primeiramente mergulhar no terreno do puro deleite e do prazer para a leitura. O autor explora os conflitos e contradições da esfera existencial humana, de forma que a mensagem científica fica muito humanizada, pois a ciência na sua obra não aparece fora de um contexto humano.

Cástor Cartelle faz uma prosa muito semelhante à de Ângelo Machado, e volta-se a um público infanto-juvenil. *Os meninos da planície* explora os terrenos

³² Obra de ficção científica que inspirou uma versão holywoodiana para o cinema.

da imaginação científica e a relação das descobertas científicas com experiências oníricas vivenciadas pelo cientista.

As obras selecionadas para análise neste trabalho foram:³⁴:

2001 - odisséia no espaço de Arthur Clarke (1982);

Contato de Carl Sagan (1995);

Os meninos da Planície de Cástor Cartelle (2001);

O dilema do bicho-pau de Ângelo Machado (1997).

Um objeto também epistemológico e da educação

Supomos que o público-alvo das obras não-canônicas de divulgação científica seja composto por estratos infanto-juvenis e também pelo público universitário. As obras de Cartelle e de Machado são formatadas para o público infanto-juvenil, idéia reforçada pelo conhecimento de que tais obras têm sido exploradas no ensino fundamental na região metropolitana de Belo Horizonte. Os dois autores radicados em Minas Gerais têm feito inúmeras palestras de apresentação de suas obras ao público infanto-juvenil.

Quanto às obras de Sagan e de Clarke, não é de nosso conhecimento que venham sendo exploradas por um público específico³⁵; entretanto, a linguagem rebuscada e a trama conceitual científica e tecnológica ajustam essas obras a um seletivo público, que queremos supor seja universitário. Este público raramente está

³³Vide MCEWAN, Ian. As portas da compreensão. *Folha de São Paulo*, Caderno Mais!, 23 de abril de 2006, p. 4-5.

³⁴ Vide, no Anexo 3 desta tese, uma breve bio-bibliografia de Arthur Clarke, Carl Sagan, Cástor Cartelle e Ângelo Machado.

³⁵ Ver em Piassi & Pietrocola, 2005, o uso da ficção científica no ensino de física. A propósito, Luis Paulo Piassi vem desenvolvendo pesquisa de doutoramento avaliando o potencial para o ensino de conteúdos da física dos filmes *2001, uma odisséia no espaço* e *Contato*.

fora do processo de escolarização formal. Contudo, o contato com essas obras pode se dar fora da escola, embora saibamos que isso seja raro.

O ensino dos processos pelos quais a ciência opera é uma alternativa interessante para a divulgação científica. Neste sentido, as confabulações filosóficas complexas e de difícil entendimento podem ser descartadas em favor de histórias curtas alegóricas, que igualmente podem ser reveladoras do movimento processual da ciência.

A divulgação científica não-canônica tem se revelado um terreno fértil para uma expansão da natureza da divulgação científica, cuja ênfase ainda parece ser os conteúdos e produtos dos conhecimentos científicos. Há pesquisadores da divulgação científica que não admitem uma divulgação que não esteja restrita ao papel da comunicação dos conteúdos e produtos da ciência. É o caso dos divulgadores da ciência brasileiros Ênio Candotti e Henrique Lins de Barros, que defenderam veementemente esta versão para a natureza da divulgação científica em um programa de debates sobre a divulgação científica³⁶.

Contudo, há quem admita que à divulgação científica também cabe o papel de comunicar aspectos da natureza política, ética e filosófica da prática científica, como Ildeu de Castro Moreira³⁷. Ele engrossa as fileiras daqueles que vêem na divulgação científica mais do que um veículo para a comunicação dos produtos da ciência e do ensino de conteúdos formais, mas propicia a tratar outras dimensões da ciência como sua natureza e interface com a sociedade.

³⁶ Debate – “A importância da divulgação científica”. Rede Tv- Sesc Senac, s/d.

³⁷ Físico radicado na UFRJ, Casa da Ciência da FioCruz e Ministério da Ciência e Tecnologia.

Entende-se que as narratividades dos livros de divulgação científica não-canônica permitem um entendimento mais integral da prática de se fazer ciência. Nesses livros, é comum que vejamos abordagens da ciência não como prática que se constitui apenas de conhecimentos acadêmicos, mas prática que reflete conteúdos urdidos nos contextos de descoberta e de justificação.

Esse trabalho remete-nos à epistemologia das ciências e do ensino, compreendendo esforços de incursão pela história das ciências, pelo direcionamento das narratividades associadas em geral com episódios da história da ciência.

Supomos que a atenção para os aspectos processuais da ciência possibilita reconsiderar aspectos da educação em ciências, pois o entendimento da educação nunca será tão integral caso sejam omitidos, das reflexões educacionais, os aspectos processuais da ciência.

Shamos (1995) apontou que o ensino das ciências não deveria avançar rumo a satisfazer uma dieta rica em termos científicos para os estudantes, mas, contrariando isso, de forma a promover um processo de ensino-aprendizagem rico no entendimento das ferramentas científicas operacionalizadoras de uma prática cultural cidadã, momento em que os estudantes poderiam ter um efetivo aprendizado para a vida.

4.3. Problematização

As implicações do ensino das ciências, no que se refere à escolarização formal, incidem desde as temáticas da interação em sala de aula, muito grata à

pedagogia sócio-histórica, até aos destacados aspectos cognitivos, dimensionados à luz do construtivismo. A dimensão menos cognitivista e mais culturalista enfoca o peso dado às influências multiculturais, advindas de uma ampla variedade de elementos sócio-culturais, no processo de alfabetização científica.

Algumas práticas pedagógicas têm demonstrado vasta versatilidade, lançando mão do uso de recursos da mídia na sala de aula, do emprego de ferramentas da informática e até mesmo do uso da literatura.

As pesquisas acadêmicas têm avançado na procura da delimitação de parâmetros críticos a partir da emergência de novas práticas no terreno da sala de aula e até mesmo fora dela, na medida em que os espaços informais de educação para as ciências começam a ganhar grande destaque. Marandino (2001) refletiu sobre o uso dos espaços dos museus interativos de ciências para o ensino-aprendizagem informal das ciências. Slowik (2003) discutiu a relevância, para o ensino de filosofia da ciência, do uso de analogias retiradas de mitos e de músicas pertencentes ao universo cultural dos estudantes. Maturano, Mazzitelli e Macías (2005) avaliaram as conseqüências da leitura e compreensão de textos curtos retirados de obras científicas originais, investigando práticas pedagógicas avançadas em consideração a um suposto uso de materiais didáticos. Martins, Nascimento e Abreu (2005) analisaram o uso de textos de divulgação científica na sala de aula de ciências e apontaram a relevância dessas práticas como elementos importantes no processo de elaboração de novos discursos dos professores.

O campo da divulgação científica tem se tornado muito prolífico, pois as obras sobre esse assunto têm invadido o mercado editorial na procura de leitores ávidos por informação científica. Não conhecemos dados que permitam afirmar o papel que estes materiais desempenham nos processos de alfabetização científica das comunidades urbanas. Entretanto, é inegável que a sociedade tem se deparado com uma avalanche de obras de divulgação científica.

Obras que fizeram sucesso no exterior chegaram até o Brasil. Escritores de renome como Carl Sagan, Stephen Jay Gould, Richard Dawkins, entre outros, podem ser encontrados nas melhores livrarias brasileiras.

A qualidade destas obras é inegável, entretanto, não se sabe até que ponto se prestariam para o uso na sala de aula de ciências. Sabemos que existem iniciativas isoladas do uso de revistas de divulgação científica no espaço da sala de aula. Não existe uma tendência concreta e prolífica, como foi o caso do uso que se fez dos métodos experimentais na sala de aula de ciências.

O uso da divulgação científica na sala de aula de ciências parece despontar com uma grande incógnita da dimensão educacional, pois o que se pode afirmar sobre esta prática ainda não permite garantia de uma demarcação de um campo do saber acadêmico. As concepções alternativas, os modelos mentais, as estruturas metacognitivas e outras já comungam de um caráter prático bem significativo no âmbito das pesquisas no ensino de ciências.

O que nos interessa em particular é a formação humana. O homem³⁸ não é formado apenas pelos discursos da ciência e da escolarização formal. Preocupado com a formação humana, pretendo avaliar a divulgação científica como literatura. Procurei avaliar como, nas obras de divulgação científica, são abordadas as realidades subjetivas, tais como o sentido da vida, o papel da beleza como uma concepção estética de mundo, as marcas das experiências de vida nas existências particulares, enfim, aquilo que transcende o próprio discurso da ciência, mas que pode torná-lo mais belo.

Até que ponto a literatura não canônica poderia contribuir para cultivo da dimensão humana na formação dos jovens brasileiros? A divulgação científica traria esta dimensão humanizadora e subjetiva de que a ciência e o ensino de ciências andam tão carentes?

Não propriamente apenas a ciência tem ares de desumanização, mas também as aulas de ciências têm sido espaços em que raramente se fala da vida. O professor de ciências, ao resgatar a dimensão da formação para a vida, pode transcender abordagens meramente conteudistas, investindo no ensino da ciência como oportunidade fundamental para se falar da vida. É possível falar e ensinar seleção natural, biologia molecular ou ciclo de Krebs, também como formas de dizer sobre o medo de existir, sobre a angústia de viver, sobre a beleza e até mesmo sobre os dramas de amar.

³⁸ O uso da expressão “homem” ao longo deste texto é opção que se realiza tendo em vista também toda a revisão que o uso dessa expressão já passou pela literatura científica e pressupõe não uma opção pelo sexismo que durante séculos alijou mulheres do universo simbólico, mas, antes, concebe sua inclusão e participação igualitária.

A divulgação científica como literatura não canônica teria como centralidade a dimensão subjetiva da existência humana, usando do discurso da ciência como mola propulsora vibrando em direção a algo mais que o leitor estaria ávido para ouvir. Suponho, como hipótese de trabalho, que as obras não canônicas têm um alcance mais processual da ciência, apresentando-a de maneira reflexiva, o que, de alguma forma, sinaliza sua relevância para a educação científica, entendida como formação para a vida.

Ao nos debruçarmos sobre as obras de divulgação científica não canônicas selecionadas nesta tese, deparamo-nos, muitas vezes, com narrativas de caráter mitológico. Essas narrativas estão recheadas de conteúdos científicos; entretanto, remetem o leitor também para dramas existenciais humanos. Esses dramas envolvem grandes conflitos da vida humana e contradições sobre as quais inevitavelmente temos que nos deparar ao longo da existência.

Nas aulas de ciências, não costuma assumir centralidade na abordagem dos docentes a discussão desses conflitos humanos. Nessa tese estamos querendo saber como as narrativas mitológicas selecionadas abordam os conflitos e contradições da condição humana. Que desdobramentos os conflitos presentes nas narrativas têm para reflexões sobre a formação humana? Além disso, como tais conflitos podem incidir sobre a percepção de aspectos processuais da ciência?

Mantendo, dessa maneira, as preocupações acima enunciadas, nossa análise das obras selecionadas enfatiza implicações e decorrências de aspectos contraditórios e conflitantes no discurso da literatura de divulgação científica.

4.4. Metodologia

Seleção das fontes

1.ª fase – obras de escritores com veia científica

Aprender ciências implica penetrar num campo específico da cultura que permite alternativas de socialização e preparação para a vida. Esta tendência - de avanço rumo à preparação para a vida - poderia ganhar grandes contribuições com o uso da divulgação científica como literatura não canônica na sala de aula de ciências, através do uso de obras ricas em abordagem de questões existenciais. As contradições e conflitos que cerceiam a existência humana trariam, para as discussões científicas uma possibilidade de humanização do discurso científico.

As obras que selecionamos para esta análise contemplam a reflexão sobre dimensões contraditórias e conflitantes do humano.

Para chegar à seleção final das obras a serem analisadas, debruçamo-nos sobre um vasto repertório da literatura de divulgação científica. Dentre as obras observadas estão presentes: a) gêneros como a ficção científica; b) autores da literatura universal, dentre os quais se destacam escritores com veia científica e cientistas com veia literária. Nessa categorização foi utilizado o mesmo critério elaborado por João Zanetic (2006), que nominaliza os autores por “escritores dotados de veia científica e de cientistas dotados de veia literária”. Como cientistas com veia literária, Zanetic exemplificou dois grandes nomes da literatura

científica: Galileu Galilei e Johannes Kepler. Zanetic (1998) apontou que Galileu, além das significativas contribuições para a física, apresentava seus textos em forma de diálogos. Nas duas últimas obras do cientista aparecem textos na forma de diálogos entre três personagens, numa espécie de peça teatral em que o enredo é oposição à visão de mundo aristotélica e, ao mesmo tempo, a argumentação em favor da articulação de um novo candidato a paradigma baseado no movimento da Terra, como proposto por Copérnico. Através dos diálogos entre três personagens, afirmou Zanetic (1998), Galileu apresentaria suas principais idéias mecânicas, sua metodologia de pesquisa, e, ainda, suas principais experiências reais e de pensamento, demolindo assim algumas concepções de Aristóteles.

Dentre os escritores com veia científica, Zanetic destaca Luís de Camões, como vemos a seguir:

Porém, o que mais me marcou nesses primeiros contatos com a literatura na escola, no que interessa ao principal tema deste artigo, foi a leitura e a análise do poema *Os Lusíadas*, de Luís de Camões. Após suplantado o impacto provocado pela novidade da forma utilizada por Camões para escrever seu poema épico, pude, juntamente com um punhado de colegas, penetrar nos vários mundos percorridos pelo poeta português: o novo mundo recém-descoberto pelos olhos europeus, o mundo mitológico grego, o mundo amoroso de Inês de Castro, o mundo geocêntrico, parecido com o que era discutido nas aulas de geografia de então, entre outros mundos, concretos ou abstratos. O poema permitia, sem que eu tivesse a mínima noção disso, a fusão de várias áreas do conhecimento que eram processadas pela escola: português, geografia, história, ciências... (ZANETIC, 1997, p. 47)

A ciência aparece explorada nas obras dos escritores com veia científica. Thomas Mann é outro dos escritores apontados por Zanetic como sendo disseminador da cultura científica.

Nesta etapa da pesquisa e seleção de fontes de análise, observamos obras de grande densidade científica e literária. Uma obra em particular chamou-nos a atenção, que é *A Montanha Mágica* do já referenciado Thomas Mann. Bem enquadrado como escritor com veia científica, percebe-se em sua obra uma exaustiva descrição de paisagens e detalhes de locais em que se desenvolvia a trama e o enredo. Naquele momento da pesquisa avaliamos que uma obra com o perfil de *A Montanha Mágica* teria um propósito de divulgação científica, entretanto, o caráter rebuscado da escrita envolvida com a descrição de paisagens e objetos permitiu-nos racionalizar uma opção por obras que não fossem tão detalhistas. A nosso ver, uma obra com esse perfil poderia ter um potencial para o uso na sala de aula de ciências. Contudo, como estudantes são bem perspicazes e críticos, é provável que um professor de ciências venha a enfrentar certa dificuldade em explorar seu potencial educativo, o que demandaria muito tempo e um público leitor seletivo, o que não ocorre correntemente nas salas de aula das escolas brasileiras, que geralmente atendem a um público heterogêneo. Sabe-se que, com muita dificuldade, os estudantes debruçam-se sobre obras muito extensas. Consideramos, além disso, que o potencial de reflexão sobre a ciência e a formação da pessoa humana, pela leitura da obra, ficaria dificultado, pois seus detalhes literários formais provavelmente também dispersariam a atenção do leitor.

Na verdade, naquele momento da pesquisa, estávamos começando a optar por um critério de seleção de obras. Começávamos a perceber que não havia intenção em trabalhar com obras desse gênero (classificado por Zanetic) de escritores com veia científica. Nesse ponto da pesquisa foram excluídos, então, autores como Ítalo Calvino e Monteiro Lobato, dentre outros autores referendados por Zanetic.

Definimos como critério de escolha que as obras não fossem formais e densas em demasia, especialmente voltadas para atender a propósitos acadêmicos ou estritamente literários.

2.^a fase: obras de cientistas com veia literária

Em sua vasta relação de cientistas com veia literária, Zanetic nomeou, dentre vários, Giordano Bruno, Johannes Kepler, Galileu Galilei, Isaac Newton, Charles Darwin, Ernest Mash, Albert Einstein, Niels Bohr, Leo Szilard e Georg Gamow. Como afirmou, “este seleto grupo de cientistas acabou produzindo obras ou longo trecho de obras, científicas ou não, que podem perfeitamente ser lidas também como obras literárias” (ZANETIC, 1998, p.14).

Como todos estes escritores relacionados eram cientistas, ponderamos que talvez eles tivessem qualidade e rigor literário inferior aos escritores com veia científica.

Entretanto, percebermos, ao lermos Charles Darwin, que esta obra recaía sobre o outro extremo. Se os escritores com veia científica divulgavam ciência com conceitualizações implícitas e com poucos detalhes técnico-científicos, os

cientistas com veia literária recorriam comumente à explicitude de conceitualizações de detalhes científicos que certamente remeteriam suas obras a públicos especializados e seletos. Dessa maneira, excluimos de nossa seleção a opção por escritores cientistas com veia literária, inclusive autores citados naquela relação proposta por Zanetic.

É inegável que autores como Galileu, Kepler, Darwin e outros tenham se notabilizado como produtores de uma literatura de qualidade apesar de escreverem sobre ciência. A literatura desses autores caracterizava-se pela presença de personagens e uso de recursos formais sofisticados, em busca da conquista de um público leitor que sempre precisava ser convencido. Entretanto, o rigor científico era demasiado forte, tornando-as obras de difícil leitura, e, muitas vezes, exigia a compreensão um grau de sofisticação da linguagem e, principalmente, um conhecimento prévio ou aprofundamento na compreensão de conceitos científicos. Os conceitos científicos são geralmente explicitados de forma muito detalhada. Desejávamos uma ciência apresentada com menor rigor técnico e mais condensada, que permitisse a construção das entidades da ciência de forma mais parecida com a que os professores de ciências fazem na sala de aula, ou seja, através de recursos que aproximassem o mundo referenciado do cotidiano com as dimensões da ciência.

Refinamos, então, mais ainda os critérios de seleção de obras para análise, optando por obras não especializadas em ciência, excluindo aquelas marcadas pela abordagem exclusiva de conteúdo explicitamente técnico-científico, marcadas por excesso de rigor literário ou evitadas de detalhes técnicos.

3.ª fase: Divulgação científica canônica

As obras de divulgação científica foram distinguidas por nós como sendo canônicas e não canônicas. As obras canônicas são aquelas que apresentam uma descrição bastante explícita dos conteúdos de ciência. As obras não canônicas trazem os conteúdos de ciência condensados e implícitos, pressupondo que o leitor já domine os detalhes científicos. A divulgação científica canônica pareceu uma alternativa àquelas obras descritas por Zanetic como sendo escritas por cientistas com veia literária. Entretanto, o que percebemos é que os aspectos ligados à explicitude das descrições também estariam presentes nas obras canônicas.

A divulgação científica pareceu-nos então uma outra opção. Já havíamos tido contato com obras desse perfil, contudo, sem critério seletivo de leitura.

Conhecíamos escritores tais como Richard Dawkins, Stephen Jay Gould, Freeman Dickinson, Carl Sagan, Ângelo Machado, dentre outros.

Nas obras desses autores é possível perceber o propósito de divulgação científica, e parece-nos amenizado o rigor do discurso técnico-científico. O propósito desses autores é fazer a popularização da ciência, tornando o discurso científico mais adequado ao público leigo. Nesse caso, contudo, é mantido o cuidado com pressupostos científicos, sem as barreiras da comunicação técnico-científica e sem o formato acadêmico.

Há menções de críticos literários à literatura de divulgação científica, como foi o caso de Mcewan (2006) que tece elogiosos aplausos à obra *O Gene Egoísta* (Richard Dawkins), indicando-a como significativa obra em que ocorre adequação

do discurso científico à leitura por um público leigo através do uso da poesia e do encantamento da escrita.

Assim, começamos a selecionar obras de divulgação científica em que estariam combinados os critérios de menor rigor literário com menor conteúdo técnico-científico e acadêmico explícito.

No conjunto de obras analisadas, começamos a perceber dois grupos, pelo menos.

Num grupo, em que estão colocados os ícones da divulgação científica, percebemos o uso de uma linguagem técnico-científica, explícita em demasia. Fazendo uma leitura mais atenta de *Desvendando o arco-íris* (Richard Dawkins), deparamo-nos, por exemplo, com uma descrição sobre o código de barras. É uma extensa explicação sobre o assunto, que se estende ao longo de várias páginas, combinada com detalhes técnicos explorados com rigor. Trata-se de um tratado de divulgação de conteúdos da ciência, mas sem que se tenha aberto mão do rigor acadêmico, de sua linguagem e de uma concepção de seletor público leitor.

Observamos essa mesma característica em outras obras de divulgação científica, que, consideramos, poderiam ser enquadradas num gênero específico de divulgação científica. No máximo, ouvíamos dizer que tais obras foram apropriadas como objetos de deleite em cursos de formação de bacharéis em ciências biológicas. De fato, este gênero de obras era recomendado por acadêmicos para estudantes, acompanhados normalmente de uma forte bagagem conteudista, por exemplo, em biologia molecular. Em cursos de ciências biológicas recomenda-se, por exemplo, a leitura de obras de Richard Dawkins e de Stephen Jay Gould, especialmente porque exploram o tema da evolução da vida. Essas

obras parecem ser escolhidas por serem consideradas adequadas para sustentar ou enriquecer discussões de conteúdo da ciência. Contudo, a explicitude da linguagem é tão intensa e detalhista, que poderia assustar estudantes e público em geral e, além disso, não representaria nem estaria em diálogo, por exemplo, com o universo de experiências vividas pelos não-especialistas.

Procurávamos, dessa maneira, por uma literatura que abordasse os aspectos existenciais da vida humana com exploração dos conteúdos da ciência, sem uma abordagem da linguagem literária tão detalhista ou rigorosa e sem apresentação exclusiva de conteúdos da ciência.

Essas reflexões permitiram-nos refinar ainda mais nossos critérios de análise. Pretendíamos, naquele momento, também explorar o potencial educacional das obras, compreendendo dimensões fundamentais de um ensino de ciências que trouxesse a vida à reflexão.

4.^a fase A divulgação científica não-canônica

Desejando observar o potencial educacional das obras de divulgação científica, começamos a explorar obras agregadas, por nós, em um segundo grupo. Avaliamos um conjunto de obras como *Alice no país do Quantum*, *O mágico dos quarks*, *Novas aventuras científicas de Sherlock Holmes*, *As aventuras científicas de Sherlock Holmes* e *Os sonhos atribulados de Maria Luísa*. Aliás, todas elas ligadas à física.

Essas obras tecem histórias alegóricas como propósito máximo de ensinar conteúdos da física avançada. A leitura dessas obras permitiu-nos constatar que

suas tramas não são envolventes e por vezes há uma certa incompatibilidade no movimento de associação da física com histórias alegóricas. Em meio à aventura de uma criança, por exemplo, aparece um conceito rebuscado de física quântica.

Vejamos um trecho de *Os sonhos Atribulados de Maria Luisa*:

Depois do espanto inicial, começou a achar gozada aquela história de poder existir uma outra Maria Luisa igual a ela, só que de antimatéria. “Se ela tiver idéias opostas às minhas, aposto que não vai passar de ano. Pelo menos em redação. Minha professora disse que eu tenho idéias muito boas e certinhas. Isso quer dizer que as idéias dela devem ser muito más e erradinhas”. Mas a simples hipótese de que uma idéia poderia ser má causou-lhe uma estranha sensação. “Talvez uma idéia sozinha não possa fazer mal algum”, pensou. “Bem, pelo menos não se eu tomar conta dela”. (NOVELO, 2000, p. 70-71)

Este trecho demonstra que as questões existenciais estão presentes, pois a protagonista experimenta um conflito. Entretanto, a narrativa evolui de forma a não explorar as dimensões do conflito humano. O trecho seguinte já está assim: “Não sei não. Lá em Microlândia nós temos muitas idéias que não servem para nada! Mas nós sabemos como elas devem ser tratadas! Era seu velho conhecido, o Píon carregado” (NOVELLO, 2000, p. 70-71).

“Microlândia”, “Píon carregado” e outras entidades da ciência aparecem como que por passe de mágica. O leitor fica sem saber se começou mais um sonho de Maria Luísa ou não. O conflito entre bem e mal - que começou a aparecer na narrativa - fica de lado, em detrimento do surgimento de entidades “estranhas” da ciência.

Faltam duas coisas que estão presentes em outras obras selecionadas por nós. A primeira diz respeito ao tratamento dos sonhos, cenário em que se

desenvolvem as narrativas de *Os Sonhos atribulados de Maria Luísa*. Os sonhos nesse livro figuram como pressupostos para ensino de entidades da ciência. Diferentemente, encontramos em *Meninos da Planície* (cuja trama também se desenvolve através de uma série de sonhos) uma narrativa envolvendo experiências oníricas que aparece com outra coloração para o entendimento do leitor mais jovem. Os sonhos, embora proporcionem o entendimento de entidades da ciência, dizem respeito aos dilemas do cientista, aos conflitos advindos do enfrentamento de situações metafísicas em meio ao exercício da prática científica. De fato, atrai muito a atenção do público leitor, pois humaniza a ciência, convidando à reflexão sobre aspectos inexplicáveis, desconhecidos e eminentemente humanos do fazer científico.

A segunda questão a ser discutida em relação ao livro *Sonhos atribulados de Maria Luísa* é algo elaborado por Ogborn, Kress, Martins e MacGillcuddy, 1998, que é a construção de entidades da ciência. A maneira como os Píons carregados aparecem na narrativa não vem precedida de uma cuidadosa menção à dimensão das coisas conhecidas. No máximo ocorre uma discreta analogia com pessoas, o que não é tão poético como o realiza Arthur Clarke (1982), por exemplo, ao comparar uma supernova com uma “tromba d’água no mar das caraíbas”.

A seqüência narrativa da obra, portanto, privilegia os fatos da ciência, sem uma ligação efetiva com os fatos da experiência existencial vivida pela protagonista. A vida humana, no que ela tem de inquietudes, como, por exemplo, a ambivalência entre bem e mal, alegria e tristeza – temáticas que comparecem à obra, não é explorada de fato. O resultado é uma narrativa desconexa, em que os fatos da vida cotidiana dos personagens não são associados aos conteúdos da

ciência. Com frequência os capítulos não se conectam com outros e não há, por exemplo, uma seqüência narrativa que possa prender a atenção do leitor a fatos do dia-a-dia. Cada capítulo tem o seu contexto cotidiano diferente. No início de cada capítulo as circunstâncias cotidianas mudam e não há relação acurada com o capítulo precedente nem com o posterior.

Dessa maneira, o que acaba se destacando na obra são os conteúdos de física avançada. Há uma tentativa de apresentação da física avançada pela apresentação da vida cotidiana, o que nos pareceu incompatível, pelo menos nas obras analisadas.

Destacamos obras desse gênero, pois entendemos que o requisito de uso educacional exigiria da narrativa um maior envolvimento com os dramas da existência humana. Conquanto várias obras de divulgação tenham como foco os conflitos humanos, optamos, além disso, por selecionar aquelas com conteúdo de ciência menos explicitamente rigorosos. Entretanto, resolvemos não trabalhar com essas obras também porque os conteúdos de física quântica nos pareceram muito tecnicamente exigentes para serem tratados na dimensão literária. As inclusões das experiências humanas, quando se chocam com os conteúdos de física quântica, tornam-se incompatíveis. Essa incompatibilidade fica traduzida numa narrativa – como a que vemos em *Os sonhos atribulados de Maria Luísa* – em que o cotidiano humano não se articula aos planos do universo quântico.

Avaliamos a produção de ficção científica disponível em português e começamos a encontrar outras obras com o perfil requerido. Algumas obras de ficção científica são povoadas por implicações existenciais, como ocorre em *2001 - odisséia no espaço* e em *Contato*, Carl Sagan. Assim, como procurávamos uma

obra de linguagem científica mais condensada e implícita nos conteúdos de ciência, e também com uma boa bagagem de experiências existenciais, resolvemos selecionar essas duas obras, face os motivos expostos a seguir.

2001 - odisséia no espaço tem este caráter mais forte da linguagem implícita nos conteúdos de ciências, como mostramos em outra parte desta tese. Os conteúdos de ciência são muito condensados. A alusão aos aspectos existenciais é uma tônica, especialmente do final do livro. Contudo, esta é uma obra que, apesar de selecionada por nós, tem uma grande parte narrada em circunstâncias monótonas, como o é a descrição da viagem da nave Discovery até a chegada a Saturno, onde, de fato, as coisas interessantes acontecem.

Contato já não preenche totalmente este requisito da linguagem implícita, tão cara às obras não canônicas de divulgação científica como literatura. Há descrições muito detalhadas de aparatos tecnológicos e entidades da ciência. A descrição, por exemplo, dos aspectos funcionais e estruturais de um radiotelescópio é muito explícita e detalhista. Entretanto, os conflitos existenciais, presentes ao longo da obra, permitem-nos refletir, por exemplo, sobre os dramas de ser cientista. Uma obra de uma dimensão humanística muito forte, com incursão pelo terreno dos dramas existenciais. Dessa maneira, é em alguma medida também uma narrativa mitológica, pois os conflitos experimentados pelos personagens são dramas milenares da humanidade. Contudo, também essa obra pode pecar pelo excessivo rigor descritivo de artefatos da ciência e da tecnologia, para uma obra que recomendamos ser explorada nas aulas de ciências. Nesse sentido, tanto em *2001- Odisséia no espaço* quanto em *Contato*, selecionamos

trechos em que suas narrativas contemplam os requisitos já indicados pela análise e seleção feitas no escopo do detalhamento metodológico desta tese.

Selecionamos também, para análise, as obras *Meninos da Planície* e *O Dilema do Bicho-pau*.

Em *Meninos da Planície* (Cástor Cartelle) a linguagem é implícita no que se refere aos conteúdos da ciência, tornando a obra, de certa forma, prazerosa e pouco cansativa para um leitor juvenil. Os conflitos e contradições não são tão evidentes, mas são suficientes para introduzir o leitor no universo da imaginação científica. O universo onírico se combina muito bem com os planos de descoberta dos cientistas, apresentando possibilidades de leitura que levem aos terrenos da imaginação e criatividade científica. Trata-se de uma narrativa feita aos moldes de um público alvo infanto-juvenil³⁹.

Em *O Dilema do Bicho-pau*, Ângelo Machado teceu uma narrativa absolutamente direcionada ao público infantil, e o próprio título da obra já representa a importância que assumem os conflitos e dramas existenciais. Os conteúdos da ciência são bem implícitos e condensados. Talvez seja a obra que mais se ajusta aos nossos critérios de seleção, com conteúdos implícitos e não descritivos em demasia e alusão aos planos existenciais da vida humana.

³⁹ Temos notícias de utilização da obra em escolas da rede particular de ensino de Belo Horizonte e região metropolitana, com bastante recorrência em algumas escolas nos últimos anos, o que nos indica para uma apreciação de sua qualidade e adequação ao ensino de ciências.

Critérios de análise

As análises foram feitas tendo como critério básico a observação de conflitos, contradições e dilemas de personagens experimentados em diferentes momentos nas obras. Os conflitos abordados nos levaram a refletir sobre aspectos processuais da ciência e incidiram também sobre os terrenos da imaginação criadora e imaginativa, além de se aplicarem a questões subjetivas da existência humana, tais como a relação entre razão e sentimentos.

As obras de divulgação científica não canônicas escolhidas trazem o discurso implícito da ciência, em que existe motivação para promoção de reflexões sobre os dramas existenciais dos cientistas. O discurso condensado dessas obras traz a ciência pouco explícita, e, mesmo assim, estão envolvidos de conflitos e dramas vivenciais, que potencializam as possibilidades de reflexões para a vida humana.

Assim, demarcar-se-á uma opção pelo discurso da ciência muito condensado, direcionando o leitor para reflexões sobre os conflitos do si mesmo. Estes conflitos originalmente humanos são motivos para convidar o leitor a pensar o fazer científico, propiciando que ele reflita também sobre os conflitos vivenciados pela pessoa do cientista.

Tais capítulos selecionados trazem uma seqüência desde a ênfase nos conflitos do si mesmo até implicações sobre pensar o fazer científico. Nestes capítulos selecionados nem sempre as implicações para pensar o fazer científico estão explícitas. Entretanto, sobre uma leitura bem orientada e assessorada

pedagogicamente incidirão implicações para reflexões sobre o si mesmo e para a ação do cientista como ator socialmente implicado.

Consideramos também que podem não estar tão claras para o leitor as implicações dos conflitos e contradições dos personagens para os planos da ciência. Nesse sentido, consideramos que as obras merecem ser exploradas pedagogicamente e afirmamos o valor de uma efetiva ação do professor de ciências (ou literatura), o que poderia render benefícios potenciais na formação humana e alfabetização científica dos estudantes.

Assim nossas análises pretendem focar reflexões sobre os potenciais usos na sala de aula de ciências das obras de divulgação científica não-canônicas.

No capítulo 5 refletimos sobre os conflitos e contradições do si mesmo e a abordagem dos processos da ciência. Esta opção demarca a dimensão humana do cientista como agente do fazer científico. Como uma das obras escolhidas para este capítulo é *O dilema do bicho-pau*, entendemos que se trata de uma exploração mais simples da literatura de divulgação científica, pois a obra é gênero de literatura voltado para a infância. Os conflitos e contradições humanos são o objetivo bem demarcado da obra. A ciência aparece apenas como um cenário, a partir do qual se encaminha para reflexões de cunho existencial, visando a um deleite por uma leitora prazerosa, segundo depoimentos do próprio Ângelo Machado.

CAPÍTULO 5 – ANÁLISE LITERÁRIA DE OBRAS NÃO CANÔNICAS

CAPÍTULO 5 - PARTE I

5.1. Introdução: a análise literária

Nossas análises recaem sobre as dimensões contraditórias e conflitantes das narrativas. No entanto, estamos, também, empreendendo e apropriando-nos de parâmetros críticos inerentes ao plano teórico do ensino de ciências.

Dessa forma, iniciaremos nossas análises com uma visita à reflexão sobre as dimensões da imaginação científica, procurando vincular os aspectos processuais da ciência com os planos da imaginação científica. Da obra *Meninos da Planície* introduzimos uma discussão sobre o terreno dos sonhos oníricos, tão ausentes de discussões epistemológicas mais arrojadas, no papel de refletir sobre a dimensão humanística da ciência. Chegaremos aos terrenos da imaginação e dos sonhos explorando indícios de um conflito ligado à autoria da obra.

Não poderia faltar numa análise literária de obras de conteúdo científico os aspectos dos conteúdos de ciências. Visitamos a dimensão conceitual através de um parâmetro crítico grato aos planos teóricos do ensino das ciências, ou melhor, a construção de entidades das ciências. Sempre com o intuito de enquadrar nossas análises no plano da cultura e do humanismo no ensino das ciências, através da ênfase nos conflitos e nas contradições, fizemos uma incursão dos parâmetros das entidades científicas no plano da beleza e do lúdico.

Fizemos uma suave passagem de um plano, onde são usados parâmetros críticos inerentes aos planos do ensino de ciências, para uma zona de fronteira que caracteriza nossa pesquisa. Nossa fronteira com os campos do entendimento da subjetividade humana, emerge exatamente nesta parte da tese.

As reflexões em torno do si mesmo são o que se vislumbra além das referidas fronteiras. Em seguida, enfatizaremos o contraditório e conflituoso, mais relacionados às dimensões existenciais dos personagens na narrativa de divulgação científica como literatura não canônica. Aliás, aparece neste momento a marca da literatura de divulgação científica não canônica.

Neste momento, será possível entender melhor a vinculação da divulgação científica nos planos da cultura, na medida em que o discurso da divulgação científica faz uma interface com os planos do mitológico tratamento existencial humano. A ciência passa a habitar terrenos conhecidos e não espúrios à vida humana. A tese passa a habitar o terreno dos afetos, dos processos da ciência, da dimensão social da ciência, das discussões da esfera do poder político, enfim, tudo que somente vem a confirmar a afirmação de Zanetic um pouco transformada por nós: “Ciência também é cultura”.

5.2. Os meninos da planície, Cástor Cartelle: Indícios de conflito na autoria

A obra *Os meninos da planície; histórias de um Brasil Antigo*, do cientista e paleontólogo Cástor Cartelle, versa sobre a pesquisa de um arqueo-paleontólogo como artífice de um difícil trabalho de “remontagem” de um passado remoto. A

obra está organizada através de uma seqüência de sonhos do personagem que encarna o arqueólogo. A partir das descrições oníricas e revelações dos sonhos do arqueólogo, o outro personagem cognominado “seu amigo” vai descobrindo as relações entre os conteúdos dos sonhos revelados e a prática científica de descoberta. Os sonhos são sempre premonitórios e reveladores de enigmas que povoam a subjetividade do cientista. Os conflitos do cientista não aparecem na obra com contornos tão bem delimitados pela narrativa, como ocorre nas outras obras que analisamos. Entretanto, a incursão pelo terreno dos sonhos demonstra um pertencimento ao terreno do conflitante e do contraditório, na medida em que o sonhar implica na vivência de memórias pessoais passadas e presentes em constante estado de resignificação. A natureza do sonhar é conflituosa à condição humana, pois os sonhos desenterram dramas pessoais da vida pregressa e futura. Há uma riqueza de marcações simbólicas na narrativa onírica do cientista que é interpretada à luz do pensamento científico, marcando um trânsito entre o mundo da imaginação científica influenciado pelas experiências pessoais subjetivas.

A narrativa se desdobra numa trajetória em que o autor estabelece uma ordem linear entre sonhos e a realidade do trabalho do cientista. Fica uma nítida intervenção epistemológica em relação à natureza da ciência relacionada à prática do cientista. Ou melhor, o autor concebe a forma pela qual se dá a prática cotidiana do trabalho de um cientista. Porém, na introdução do livro há explícitas menções referentes à natureza da ciência, quais sejam:

(...) As histórias imaginadas neste livro pretendem despertar o interesse por um tempo quase perdido na distância. Há nele enorme riqueza que pouco se ressalta em nossa história oficial e que nossos arqueólogos resgatam com trabalho paciente. (...) Era arqueólogo e estava estudando

os materiais que retirara durante a escavação feita num terreno ao longo de um paredão calcáreo e dentro de uma gruta. Grande parte do que estava no laboratório era resultado de anos de duro e contínuo trabalho. Com suas pesquisas, aos poucos, ia trazendo de volta um passado remoto (CARTELLE, 2001, p. 06-08).

Nesses trechos,⁴⁰ a impressão deixada é de que o autor concebe a natureza da ciência em questão, (no caso a paleoarqueologia), como remontadora de um passado remoto. Nesse sentido, percebe-se uma visão de ciência próxima daquela que ainda está muito arraigada nos meios escolares, de uma ciência muito positivista, no sentido de portadora de uma prática irrefutável, contrariando os princípios da refutabilidade de verdades (POPPER, 1972; 1979).

Entendemos que uma crença exagerada no poder explicativo da ciência, nesse caso, na paleo-arqueologia, como remontagem verdadeira do passado, possa ser amortecida através de referências à imprecisão e à incompletude dos dados e resultados de pesquisa. Entretanto, isso não ocorreu.

Os trechos parecem traduzir uma imagem de ciência bem próxima do modelo baconiano de ciência, no qual a experiência científica, mediada pelas ações dos cientistas na procura de verdades, seria suficiente para garantia e irretocabilidade dessas mesmas verdades. Muito próximo, nesse caso, do sonho baconiano de uma sociedade controlada pelos propósitos científicos em busca do bem comum.

Se o trabalho do cientista implicou uma atividade experimental, na qual a remontagem de peças de um quebra-cabeça histórico se efetiva, seria esse

⁴⁰ A avaliação destes curtos trechos é devida a uma espécie de “crença” que o autor revelou no começo do livro: “Com suas pesquisas, aos poucos, ia trazendo de volta um passado remoto” (CARTELLE, 2001, p.8).

movimento algo suficiente para garantir o estatuto de credibilidade inviolável do conhecimento aludido. Nesse sentido, é uma imagem muito positiva da ciência, na medida das suas possibilidades.

Estas impressões introdutórias sobre a natureza da ciência se chocam com a seqüência da obra. Entendemos ter havido um suposto conflito entre a concepção de ciência exposta na introdução e as concepções no decorrer da obra. Entretanto, isso nos pareceu intencional e salutar, na medida em que uma concepção positivista de natureza da ciência foi amortecida e equilibrada por uma visão de natureza da ciência baseada nas experiências cotidianas dos cientistas, através da narrativa surpreendente e humanizadora da discussão sobre natureza da ciência.

A obra apresenta trechos em negrito em que estão narrados “fatos” oníricos e trechos em itálico em que são narrados fatos do cotidiano dos personagens. Neste ponto nos é útil o conceito de transformação do conhecimento.

Se admitirmos que o autor explicitou sua preferência por uma concepção de natureza da ciência na introdução da obra, não é difícil percebermos como a visão epistemológica do autor, no bojo da obra, torna-se diferente.

Ocorreu uma transformação das concepções canônicas até que o autor chegasse a conceber uma abordagem epistemológica presente na literatura de divulgação científica.

Vejamos os trechos logo a seguir:

(...) Num dos braços havia uma cicatriz com a forma de um trevo. Usava um colar de sementes vermelhas e pretas e, no braço esquerdo, onde estava a cicatriz, um bracelete adornado com pequenos dentes de macaco. (CARTELLE, 2001, p.12)

Neste primeiro trecho, aparece a descrição de um sonho que o paleo-arqueólogo havia experimentado antes de efetivar uma descoberta.

No trecho a seguir, o cientista se depara com seus trabalhos cotidianos dentro do laboratório com os artefatos obtidos dos campos empíricos:

(...) Meu amigo acordou assustado. Em sua mesa de estudos havia uma caixa com sementes furadas pretas e vermelhas, e fitas de fibras, nas quais haviam sido fixados alguns dentes de animais como macacos, porcos-do-mato, veados... pegou a caixa onde colocava o esqueleto da menina e começou a examinar o crânio. (CARTELLE, 2001, p. 12).

No trecho abaixo o cientista descobre, surpreendentemente, que as evidências experimentais que tinha guardavam relações com seus sonhos premonitórios:

(...) Traduzo agora umas linhas da carta. Após relatar as análises que fizeram e escrever sobre problemas de herança, concluíam: "Os exames do fragmento de osso pertencente ao esqueleto AU indicam que o referido esqueleto é do sexo masculino, enquanto o esqueleto NI é do sexo feminino. Os testes realizados levam a concluir que os dois eram irmãos". Era quase inacreditável. (CARTELLE, 2001, p. 12).

Estes trechos apontam para uma imagem da prática científica pouco convencional nos meios acadêmicos. A idéia de que um cientista possa ter revelações oníricas premonitórias em sua prática cotidiana não é nem um pouco acadêmica.

Há autores que apontam para a presença da irracionalidade na ciência (GRANGER, 1998; JAPIASSU, 1996). Há outros como Holton (1989) e Bronowski, 1983, que, embora explorem as dimensões da imaginação científica, o fazem de forma a admitir o papel da intuição e do imponderável. Estes autores traçam perfis

de cognição dos cientistas de forma coerente, o que não implica a reprodução do que ocorre na prática, principalmente sócio-política, das academias. Nenhum cientista arriscaria a fundamentar suas conclusões com base em experiências oníricas, pois não encontraria nenhum respaldo entre seus pares. Isso não significa que no plano da subjetividade experiencial do cientista os sonhos não possam ter apresentado grandes evidências reveladoras de verdades científicas. Tão marcante é o caso bem conhecido dos relatos na história da ciência dos sonhos antecipados de Kekulé com uma cobra mordendo o próprio rabo nas imediações da proposição do anel de benzeno!

Há uma diferença marcante entre as concepções epistemológicas anunciadas na introdução da obra pelo autor cientista e as concepções exibidas no decorrer da obra. Neste sentido a narrativa exhibe um conflito entre a proposta inicial e o conteúdo da obra.

O autor é surpreendente, pois arquitetou uma narrativa cheia de imaginação e sonhos, que não costumam participar de reflexões mais acadêmicas na prática científica, nem na apresentação que se faz das ciências na Educação Básica.

A transformação de uma concepção de ciência arcaica⁴¹ para uma outra mais ligada ao cotidiano pareceu-nos bem marcante em *Os meninos da planície*. A obra revela-nos um personagem cientista mergulhado numa atmosfera de conflitos pessoais que o aproximam de um cidadão leigo, que precisa tomar decisões importantes em sua vida. Assim, os conflitos e as contradições delimitam um interesse efetivado por nós pela obra, pois a ciência narrada por Cartelle retira

⁴¹ Considerando-se que o arcaico está relacionado ao fato de, no Renascimento, ter havido uma fé positiva na ciência como dogma.

o cientista da perspectiva estritamente acadêmica e racional e trás a imagem de um sujeito portador de sonhos e subjetividade.

É um recado humanizador da prática científica, em que salta aos olhos a imaginação e a criatividade como dimensões de uma subjetividade muitas vezes alheia aos tratados filosóficos de ciência.

5.3. 2001- Odisséia no espaço, Arthur Clarke

A obra narra a saga de um enigmático monólito, que viajou no tempo e foi contemporâneo da vida pré-histórica na terra. A partir daí, o personagem central faz uma viagem espacial em direção a Saturno e se encontra com o monólito intrometido nos cinturões de saturno. Até que chegasse a Saturno, a nave Discovery vai perdendo todos os tripulantes em pequenos incidentes. Um computador de bordo era o que restaria de comunicação oral com o personagem central. O computador central ameaça o controle da nave ao se tornar autônomo em relação aos homens, pois, até então, as máquinas eram programadas e operadas pelos homens. A ameaça de autonomia do computador central colocaria em perigo toda a tripulação, que seria eliminada, paulatinamente, por tramas urdidas pela máquina.

Bowman, o protagonista, descobre os planos do computador de tomar o poder da Discovery e acaba por desligar a máquina. Porém, sem o computador a nave vagaria sem destino e Bowman descobre, dessa forma, que faria uma viagem sem volta. A nave com Bowman segue em direção a Saturno e entra na

sua atmosfera, diante de fantásticos fenômenos cosmológicos e astronômicos, tendo Bowman como espectador privilegiado.

Neste momento, importantes entidades e situações da ciência são descritas e construídas, tais como buracos negros, anãs brancas, nascimento e morte de estrelas. Em seguida, toda a perspectiva científica dá lugar a uma narrativa literária, na medida em que a ciência concede a centralidade da narrativa às experiências de vida de Bowman. Este início de exercício de análise literária nos permitiu a percepção de ênfase da linguagem da divulgação científica não canônica, pois a importância dada às vivências pessoais de Bowman transferem a ênfase do discurso literário de uma dimensão científica para uma dimensão subjetiva, onde ocorrerão dramas e conflitos existenciais.

O discurso, assim, visa a atingir a subjetividade humana, trazendo importantes reflexões sobre a natureza das experiências humanas no que diz respeito a zonas do inconsciente cruciais, segundo a narrativa, para a vivência de uma experiência de vida significativa. O interior do monólito, em que a nave de Bowman havia penetrado, proporcionaria uma revisão de sua existência. O monólito havia estado presente em todos os períodos da história da humanidade, desde a época dos hominídeos, até o século XXI. O que sugere, a quem o adentrasse, uma espécie de ilusão fenomênica, de fantásticas imagens de fenômenos atmosféricos, cosmológicos e astronômicos, como meros artifícios ilusórios para cativar as mentes dos sujeitos, para que revisassem a própria vida e encontrassem sentido na beleza da vida intensamente vivida.

Bowman encontra dentro do monólito o significado que faltava para sua existência vivida em meados do século XXI sob o signo do medo, da pressa e da

insensibilidade poética do homem moderno. Bowman encontra a beleza da ciência fenomênica e a si mesmo no interior do monólito.

A poesia de Clarke. A solução do conflito entre ciência e cotidiano:

A construção de entidades da ciência é um fato relacionado com a prática pedagógica dos professores de ciências, como muito bem aludiram Ogborn, Kress, Martins e McGillicuddy, 1996. Os professores de ciências trazem referências do mundo cotidiano, utilizando-as a fim de construir com maior clareza as chamadas entidades da ciência. Os professores de ciências transformam, em sua prática docente, algo conhecido e referenciado em um objeto da ciência, geralmente circunscrito às dimensões apenas da ciência. Assim, com frequência há uma distância entre o experienciado no cotidiano e o aludido às entidades da ciência nas aulas de ciências. Esta relação se estabelece, em geral, através do desenvolvimento dos conteúdos de ciências.

Quando se realiza a construção de entidades da ciência, apesar do referencial fundamental do cotidiano, fica posto um conflito, porque são muito diferentes as perspectivas conceituais colocadas nos planos do cotidiano e na dimensão das entidades científicas. A solução deste conflito pode vir pela ação pedagógica feita pelos professores de ciências, que procuram aproximar esses dois planos conceituais ou, como estamos defendendo nesta tese, quando lançam mão do recurso de dimensões poéticas e imaginárias. Em *2001 - odisséia no espaço* este conflito - entre o conhecido/experienciado e as entidades abstratas da ciência - é tratado com uma dose de recurso poético.

Na obra de Clarke, as entidades da ciência são construídas partindo de um referencial poético. Pela poesia o autor remete o leitor às entidades da ciência.

Entidades da ciência são construídas paulatinamente ao longo da narrativa de Clarke. As entidades são fenômenos, processos ou partículas destacadas como inerentes ao discurso científico, buscando analogias com coisas do mundo fenomênico, típico do conhecimento comum humano. São estruturas que, pelas suas peculiaridades, pertenceriam apenas ao mundo do discurso da ciência. Na construção de entidades da ciência ocorre a invocação de analogia com o mundo das coisas conhecidas. A entidade seria um fenômeno natural destacado do cotidiano comum, de forma a introduzir o leitor no mundo da ciência.

Pertencer à dimensão do discurso científico significa um estranhamento fenomênico do mundo natural. Este estranhamento pode traduzir-se em uma relação conflitante. No discurso transformado, cair da cadeira não é mais um fenômeno corriqueiro, mas um efeito da entidade “gravidade” da ciência. Seria como se fosse criado um discurso particular, no qual as entidades da ciência precisariam ser construídas cuidadosamente para explicar os fenômenos naturais.

Na biologia, por exemplo, é muito comum nos depararmos com estudantes que façam referência a um temor desmedido de que sejam portadores de Esclerose Múltipla, dada a proximidade parental com pessoas portadoras da doença. Entretanto, além dessa proximidade parental seria necessário que um professor de ciências usasse das entidades DNA e genes, para que o estudante compreendesse melhor as razões de suas temerosidades.

Em *2001 - Odisséia no Espaço* há importantes momentos em que o autor Arthur Clarke usa aproximações, ainda que ligeiras, da idéia de entidades.

O autor define “Anã Branca” de forma muito semelhante ao que poderíamos considerar como construção de entidades:

O horizonte, cada vez mais brilhante, mudou a sua cor de vermelho escuro para amarelo, depois para azul, e por fim para um violeta empolado. Arrastando atrás de si erupções periódicas de matéria estelar, a Anã Branca começara a erguer-se no horizonte.

Bowman protegeu os olhos do clarão intolerável do pequeno sol, e observou o virulento panorama estelar que o seu campo gravitacional sugava para o céu. Uma vez, nas Caraíbas, fora-lhe dado contemplar uma tromba de água em movimento; aquela torre de chamas tinha quase a mesma forma. Mas a escala era ligeiramente diferente – a base da coluna devia ser mais larga que o planeta Terra. (CLARKE, 1982, p. 189)

Como podemos perceber, a denominação *Anã Branca* já se traduz numa referência ao plano fenomênico conhecido; poderíamos admitir que seja até mesmo uma analogia. Porém seria algo mais do que isso, pois junto com o conceito analógico de Anã Branca, ocorreu de o autor assemelhar as Anãs Brancas a uma experiência de ver uma tromba d’água em movimento, a fim de dar idéia da concretude e da beleza do fenômeno natural. A tromba d’água em movimento transporta o leitor às experiências do conhecido e experienciado, o que se traduz numa tentativa de fazer alusão a uma entidade da ciência, representada pela anã branca. É uma forma de o leitor instruído e com leituras prévias em relação à astrofísica associar um conceito científico ao mundo do conhecido. A solução para o conflito entre o mundo cotidiano/experienciado e os planos da ciência aparece na obra com uma aproximação de um trecho de natureza poeticamente descrito, como foi o caso da alusão às trombas d’água. Esta definição de entidade ocorreria apenas na dimensão do mundo da ciência,

definida como sendo um “virulento panorama estelar que o seu campo gravitacional sugava para o céu”. Assim, o conflito entre duas dimensões conceitualmente distantes - o cotidiano e as dimensões científicas – poderia ficar superado, na medida em que um recurso poético e agradável alcançasse esferas da imaginação que somente o plano do factual ou da descrição científica poderiam não alcançar.

O plano da beleza se faz presente na medida em que uma alusão bem poética “a uma tromba d’água em movimento, aquela torre de chamas tinha quase a mesma forma”, se faz presente. Seria uma boa estratégia tornar a sala de aula de ciências um espaço temperado com a poesia a qual em geral aparece na dimensão da literatura e no estudo das línguas.

A formação para a prática docente no ensino das ciências ainda tem como ênfase os conteúdos. Isso pode soar estranho, mas a prática de associar a ciência à poesia e à literatura é ainda muito rara. Não é uma tendência de pesquisa em ensino de ciências uma atenção às potencialidades do uso da poesia e da literatura na sala de aula. Zanetic (2006) apontou que em uma canção popular de autoria de Gilberto Gil, especificamente “*Lunick 9*”, está estampada uma referência à uma imagem da ciência como causadora de desencantos aos planos da imaginação poética. Isto demonstra como os poetas usam a ciência para construir suas mensagens endereçadas a um vastíssimo público.

Já apontei nesta tese alguns manuais didáticos usados fora do Brasil, mas que não tratam com tanta ênfase analogias do mundo natural com entidades da ciência. Entretanto, estes materiais usam apenas algumas histórias populares como ponto de partida para se ensinar conteúdos de ciências. Em *2001 - odisséia*

no espaço as entidades da ciência se relacionam diretamente com alusões ao mundo natural, como forma de trazer as dimensões da ciência, como originada do mundo natural. Assim, estes materiais não são poéticos nem tampouco desenvolvem entidades da ciência de forma tão analógica. As histórias populares guardam muito pouca relação com os conteúdos da ciência.

A linguagem literária, nesse sentido, pode traduzir em beleza e encantamento conceitos e definições muitas vezes estéreis de ludicidade e brilho poético. Da literatura podemos inferir que os artifícios literários da divulgação científica como literatura encontram analogias importantes com a referida construção de entidades. Seria preciso valorizar o discurso literário na medida em que ciência e literatura podem caminhar associadas. Entidades da ciência precisam encontrar analogias cruciais com o mundo cotidiano, para que na sala de aula de ciências elas não sejam apenas veículos de memorização de conteúdos.

As maneiras poéticas, como as que a literatura não canônica de divulgação científica efetiva entre o mundo cotidiano e a dimensão científica, podem contribuir para inserir uma boa pitada de beleza ao discurso científico. Os estudantes deverão dominar os conceitos de gene, DNA, transgênicos, porém, numa perspectiva lúdica. A entidade científica “gene” poderia ser lembrada também como uma partícula irradiante de luz portadora da essência da vida. As entidades científicas não precisariam ser tão estéreis.

Prestemos atenção nas palavras de Arthur Clarke na construção da entidade “Anã Branca”: “virulento panorama estelar que o seu campo gravitacional sugava para o céu” é a definição de uma entidade que, no plano do cotidiano, pode ser entendida com encanto e beleza, como em: “Uma vez nas Caraíbas,

fora-lhe dado contemplar uma tromba d'água em movimento; aquela torre de chamas tinha quase a mesma forma" (CLARKE, 1982, p. 189).

Fora feita uma analogia da entidade "Anã Branca", narrada na perspectiva científica, embora de forma implícita tal como nos referimos em seção anterior, com uma contemplação de uma tromba d'água em movimento.

5.4. Para além dos conceitos e processos da ciência

O momento intemporal passou; o pêndulo inverteu sua oscilação. Num quarto vazio, flutuando entre os fogos de uma estrela dupla, a vinte mil anos-luz da terra, um bebê abriu os olhos e começou a chorar. (CLARKE, 1982, p.199)

McEwan⁴² (2006) apontou, ao se referir ao aniversário de 30 anos de publicação da seminal obra de divulgação científica *O Gene Egoísta* (Richard Dawkins), que ela seria o marco do início de uma arte de divulgar a ciência para o público leigo. McEwan (2006) entendeu que a obra primou por fazer divulgação científica de forma bela, traduzindo em uma linguagem encantadora todos os conceitos ligados à evolução darwiniana e à genética. A relevância da literatura de Dawkins, referendou McEwan, estaria em fazer da literatura científica um objeto do deleite e do prazer. O critério de boa literatura, no caso de Dawkins, estaria associado ao prazer da leitura e à acessibilidade da linguagem, a qual tem no belo

⁴² Teórico da literatura e proeminente autor de obras literárias de divulgação científica.

um ponto de inflexão em busca da conquista de leitores, para um tipo de literatura que até então estaria voltada somente para um público especializado.

Apontei a literatura da Dawkins como divulgação científica canônica, justamente por traçar finalidades humanas para uma literatura científica, como apontou Mora⁴³(2003).(ver capítulo 3).

O fato das obras canônicas de divulgação científica centralizarem o enfoque na dimensão conceitual da ciência aponta, também, como revelou McEawan, para um uso da linguagem, com uma maestria literária tão importante para o acolhimento de público leitor. A beleza da prosa de Dawkins, porém, não nos autoriza a dizer o mesmo que dissemos sobre a obra *2001 - Odisséia no Espaço*, pois o uso das entidades da ciência por Clarke não teria o mesmo compromisso de abordagem literal de conceitos, como ocorre em *O Gene Egoísta*. Contradições e imponderáveis estão muito presentes na obra de Clarke, na medida em que entidades da ciência podem aparecer com um caráter de imprecisão, justamente como forma de permitir a presença da poesia, como podemos atestar no trecho a seguir:

A idéia era quase fantástica de mais; mas talvez ele estivesse a observar nada menos que uma migração de estrela para estrela, através de uma ponte de fogo. Bowman provavelmente nunca viria a saber se aquilo era um movimento de monstros cósmicos e irracionais, arrastados pelo espaço por um impulso animal, ou uma vasta confluência de entidades inteligentes. (CLARKE,1982)

A beleza da prosa de Clarke está num outro nível, pois a linguagem pode fluir com mais liberdade em relação às obras canônicas de divulgação científica, já

⁴³ *A Divulgação da Ciência como Literatura.*

que a aridez do discurso ajustado ao propósito de divulgar conceitos científicos faz, das obras canônicas, embora cheias de beleza, relacionadas mais estritamente a um compromisso literal com o mundo da ciência. Na prosa de Clarke, os elementos de imprecisão das entidades científicas são um convite à imaginação do leitor, pois sempre algo mais estaria além das entidades da ciência.

Este convite a algo mais permite considerar as obras não canônicas de divulgação científica como portadoras de um perfil mais adequado ao uso em um ensino da ciência mais humanizador.

As obras canônicas não são desumanas, na medida em que é possível extrair beleza da ciência, como apontou McEawan. Isso se traduz numa dimensão poética grata à capacidade de simbolização naturalmente inerente à natureza humana. Entretanto, elas acabam sendo mais enfáticas na comunicação de conteúdo para a popularização da ciência.

As obras não canônicas, vistas do ponto de vista educacional, revelaram direcionar sua centralidade a propósitos literários, para a dimensão da formação humana. A prosa de Clarke desemboca numa bela inflexão do discurso, convidando o leitor a efetivar reflexões sobre a dimensão do existir e do sentido da vida. Vejamos o trecho que inaugura, na obra, aquilo que chamei de inflexão para dimensão subjetiva da existência humana:

Era um espetáculo que chamava e prendia a atenção de qualquer criança – ou de qualquer homem-macaco. Mas, tal como acontecera três milhões de anos antes, não passava de manifestação exterior de forças demasiado sutis para serem percebidas conscientemente. Tratava-se meramente de um brinquedo para distrair os sentidos, enquanto o verdadeiro processamento era levado a cabo em camadas muito mais profundas do cérebro. (CLARKE, 1982, p.199)

É surpreendente para o leitor que se depara com dimensões conceituais e especulativas da ciência na obra quase toda que, numa conclusão triunfal, o autor remeta a atenção para dimensões espúrias ao discurso científico. A alusão à dimensão do inconsciente aparece como uma cartada final, que vem colocar sentido em toda a obra, na medida em que a própria ciência figura também como uma espécie de ilusão, que remete todos que a experimentamos a uma viagem às profundezas da alma humana em busca do sentido da própria existência, pelas vias da revisão de experiências vivenciadas.

CAPÍTULO 5 - Parte II

5.5. 2001 - *Odisséia no Espaço*: O si mesmo e os processos da ciência

No capítulo 41 da obra, intitulado “*A estação central*” há uma narrativa caracteristicamente mitológica, anunciando o medo frente ao desconhecido e, ao mesmo tempo, sugerindo um encanto pelo mistério.

O casulo da nave Discovery estava caindo naquilo que o autor denominou de “poço sem fundo”. É uma narrativa semelhante às mitológicas narrativas homéricas de um herói em busca de sua auto-superação diante da misteriosa condição de sua existência. O herói homérico, no caso Odisseu, parte em busca da conquista da liberdade frente à imposição teórica dos deuses. Durante a jornada dos heróis, os deuses os abandonam e eles (os heróis) se vêem diante de misteriosas e perigosas aventuras. Situações conflitantes, como as contradições entre o medo e o encanto, não são incomuns.

O herói de Clarke se vê aturdido diante do mistério. Observem o seguinte trecho:

“Mas onde é que eu estou?”, perguntou-se Bowman, mas soube imediatamente que nunca conseguiria a resposta. Parecia que o espaço virara ao avesso: aquele não era lugar para o homem, embora a cápsula estivesse quente e confortável, sentiu-se de repente com frio e foi assaltado por um tremor quase incontrolável. (CLARKE, 1982, p. 181).

Um pouco antes deste trecho, o herói Bowman demonstra grande encanto diante do mistério e do desconhecido, como vemos:

No entanto, ainda conseguia pensar, e até observar; os muros de ébano continuavam a passar por ele a uma velocidade que tanto podia ser zero, como igual à da luz. Não sabia por que, não se sentia minimamente surpreendido ou alarmado. Antes pelo contrário, invadia-o uma expectativa calma, como a que uma vez experimentava quando os médicos espaciais haviam ensaiado nele drogas alucinógenas. O mundo que o rodeava era estranho e maravilhoso, mas não havia nada de ter medo. Viajava milhões de quilômetros em busca de mistério, agora, ao que parecia, o mistério vinha ao seu encontro. (CLARKE, 1982, p. 180)

Uma narrativa caracteristicamente mitológica envolve o herói humano, que realiza uma viagem espacial em busca do desconhecido e do desejo de mistério. Essa é uma narrativa humana, na medida em que informada pela contradição, pelo medo e pela coragem, num ambiente que instiga o conhecimento do si mesmo em sua dimensão conflituosa.

Entretanto, caberia uma digressão em relação à questão do si mesmo, considerando essa conotação frente ao desconhecido uma boa metáfora do caso particular do cientista frente ao mundo das descobertas.

O personagem Bowman é um cientista, representado na narrativa como alguém dotado de conhecimentos técnico-científicos empregados em pesquisas aeroespaciais. Ele encontra a ciência do pós-guerra de 45, em que, nos currículos de ciência dos EUA priorizaram a formação de uma nação dotada de cidadãos capazes de dominar conhecimentos científicos, além da formação de cérebros para ingresso na carreira científica. Tudo isso visava a supremacia tecnológica do mundo, num ambiente de Guerra Fria, em que o principal oponente era a União Soviética. Bowman, então, encarna esta figura da ciência bem positiva da segunda metade do século XX, anunciante da capacidade norte-americana de

hegemonizar o mundo e, paradoxalmente, encarna também a condição humana ávida por mistério e pelo desconhecido.

Esta sede pelo mistério expressa o valor do emprego da ciência para o impulso de desenvolvimento de um país.

Na educação em ciências, esta antítese, encerrada na simultânea busca pelo mistério e no medo do desconhecido, é extremamente reveladora de um pano de fundo no qual se dá o ensino-aprendizagem de conteúdos e processos da ciência. Lembra-nos, também, os conflitos cognitivos tão necessários ao aprendizado do novo.

Não haveria conflito cognitivo se não houvesse a sede pelo saber, entretanto, junto a um temor pelo avanço cognitivo em relação a um saber anteriormente legitimado.

Assim, essa narrativa aqui selecionada, além de traduzir um conflito tipicamente existencial e humano, também se prestaria a uma boa reflexão sobre o caráter da dinâmica do pensamento científico. A forma como o cientista se vê diante do conhecimento e da produção de saberes pode convidar o leitor também a compreender os aspectos processuais da ciência, além de expressar uma dimensão subjetiva inerente à construção social da ciência.

No terreno da sala de aula de ciências, também encontramos simultaneamente estados de “sede por conhecer”, medo e até repulsa e esse paralelo parece oferecer-nos uma bela reflexão sobre como os estudantes aprendem ciências. Os estudantes de ciências poderiam, ao se deparar com semelhantes narrativas, apropriar-se de estruturas metacognitivas no que diz

respeito ao discurso da ciência e do professor de ciências, em cuja ação educativa refletem-se os estatutos processuais da própria ciência.

Os sonhos de Bowman – 2001 – odisséia no espaço

Bowman, a bordo da nave Discovery, chega à órbita de saturno e, quando a nave penetra na atmosfera desse planeta, Bowman começa a sentir as contradições entre o encanto pelas imagens, ao mesmo tempo em que sentia medo do desconhecido. Quando Bowman tentou adotar uma atitude cética, como é conveniente a cientistas, percebeu que uma atitude científica, eivada de objetividade, não daria conta de explicar aquela experiência pela qual passava. Vejamos o seguinte trecho, em que podemos perceber a tentativa de ceticismo frustrada de Bowman:

Parecia-lhe estar a flutuar no espaço; à sua volta, minúsculos nódulos de luz moviam-se - uns devagar, outros a uma velocidade estonteante - ao longo de uma infinita rede geométrica de linhas escuras ou fios, que se estendia em todas as direções. Uma vez, vira ao microscópio um corte transversal de um cérebro humano, e percebera nas suas fibras nervosas a mesma complexidade labiríntica. Mas isso estava morto e estático, e aquele lugar transcendia a própria vida. Sabia - ou pensava que sabia - que estava a observar algum espírito gigantesco contemplando o universo do qual era parte ínfima. (CLARKE,1982, p 198).

Assim, Bowman começa a experimentar dramas vividos na sua própria subjetividade, na medida em que as imagens percebidas dentro de Saturno superpõem-se a experiências vividas na consciência, confundindo o seu próprio

poder científico de análise. O trecho a seguir demonstra o início dessa experiência vivida por Bowman:

(...) David Bowman passou a um reino de consciência nunca antes experimentado por nenhum homem. As molas da memória ativaram-se; em lembrança controlada, começou a reviver o passado. (CLARKE,1982, p.198).

Bowman estaria experimentando uma espécie de ruptura epistemológica com os próprios processos de análise disponíveis a ele em sua formação acadêmica. Os processos de análise, permeados de objetividade, eram insuficientes para dar conta dos dramas de subjetividade experimentados pelo cientista em sua prática profissional.

Através dessa experiência, Bowman mergulha na própria história pessoal, encontrando imagens e fatos vividos na infância: “O momento intemporal passou; o pêndulo inverteu a sua oscilação. Num quarto vazio, flutuando entre os fogos de uma estrela dupla, a vinte mil anos-luz da terra, um bebê abriu os olhos e começou a chorar.” (CLARKE ,1982, p .199)

Clarke termina o capítulo 44 intitulado “*Recepção*” com uma expressão alusiva ao sonhar do personagem: “E David Bowman dormiu pela última vez” (CLARKE, 1982, p.197).

Os posteriores sonhos de Bowman são poeticamente descritos por Clarke da seguinte maneira: “David Bowman mexeu-se agitado no seu sono. Não acordou, nem sonhou com nada, mas deixou-se estar completamente inconsciente” (CLARKE, 1982, p. 197).

Assim Clarke descreve uma experiência única de Bowman, revelada na expressão: “Bowman deixou-se estar completamente inconsciente. Como um nevoeiro alastrando-se numa floresta, algo lhe invadiu o espírito” (1982, p. 197).

O autor expressa a importância que deve ser dada aos conteúdos latentes de expressões oníricas, inserindo o personagem numa aventura de encontro com o seu inconsciente.

Bowman embarca na aventura, dolorosa e angustiante, e ao mesmo tempo auto reveladora, de revisão de experiências de si mesmo.

As molas da memória activam-se, em lembrança controlada, começou a reviver o passado. Lá estava o apartamento... o casulo espacial... as escaldantes paisagens estelares do sol vermelho... o brilhante núcleo da galáxia... o portão através do qual (re)emergia no universo. E não só as imagens, mas também as impressões sensoriais e todas as emoções que na altura sentira, passavam por ele cada vez mais rapidamente. A sua vida desenrolava-se como uma pipa gravada posta a tocar ao contrário, a uma velocidade sempre crescente. (1982, p.198).

Bowman embarcou numa experiência onírica, em que os sentidos relatados como revisões de experiências, explicitam sua condição humana. O trecho revela o conflito entre o prazer da descoberta de si mesmo e o pavor de um incomensurável espaço, pleno de beleza, que se apresentava diante dele, inclusive, suscitando uma perspectiva de eternidade. Esse conflito, inerente a quase todas as culturas, reside na atribuição, pelo autor aos leitores, de sentido à vida. Sendo assim, Bowman, um cientista empírico, se vê aturdido frente a uma realidade de espaço/tempo bem diferente de suas experiências temporais:

Não foi o medo de abismos galácticos que lhe arrefeceu a alma, e sim uma inquietação mais profunda, [que] provinha do futuro ainda por nascer. Pois ele deixava para trás as escalas temporais da sua origem

humana, ao contemplar aquela faixa de noite sem estrelas, sentiu as primeiras intimações da Eternidade que se abria à sua frente. (CLARKE, 1982, p. 201).

Assim a literatura não canônica de divulgação científica (apesar de não ser atributo somente dela) suscita, no leitor, que viaje através de sua narrativa, num universo de reflexões ao mesmo tempo pessoais e universais. Pessoais na medida em que as singularidades dos sujeitos permitem uma inserção nos dilemas contraditórios da condição humana e conforme as experiências sócio-culturais de cada sujeito. Ou seja, cada leitor constitui-se numa singularidade. Universais, quando o foco da narrativa remete-nos a refletir sobre os conflitos entre o racional e o afetivo, ou sobre a imaginação entre o atritamento de idéias como finitude e eternidade.

Certamente, numa sala de aula de ciências, uma reflexão coletiva sobre a conflitante tarefa de confrontar o drama da existência humana frente à relatividade temporal e à incomensurabilidade do universo poderia chocar-se com fundamentalismos religiosos, fundamentalismos científicos, positivismos exagerados e ceticismos quanto aos poderes da ciência.

Os sujeitos pertencentes ao universo escolar, singulares sujeitos do mundo pós-moderno, certamente encontrariam motivações para refletirem sobre a natureza humana. Indicamos a relevância de que os estudantes sejam confrontados com narrativas em que estão presentes conflitos e dúvidas nos processos de fazer ciência, além de atitudes de lidar com a vida pela ótica de uma metáfora onírica. Essas narrativas poderiam trazer, para as aulas de ciências, novas formas dos estudantes refletirem sobre as interações humanas e sobre a

ciência. Ao eleger conflitos, talvez tenhamos apontado uma motivação extrínseca para tentativa do resgate do sentido do trabalho escolar.

Indicamos também a necessidade de adoção de uma metodologia dialógica no uso dessas obras na sala de aula de ciências; uma metodologia que possibilite estratégias interacionistas e privilegie o debate e a troca de percepções de leitura na relação professor/a e aluno/a.

Os conflitos e os dramas existenciais relacionados à fugacidade e à perenidade, e até mesmo à eternidade, são questões pertencentes a diversas culturas pelo mundo afora⁴⁴.

O cosmos, como ambiente alimentador de dúvidas existenciais, está presente na história das religiões e na história da própria ciência. O universo de Galileu, na Idade Média, gerou decisivos dramas nas formas do homem conceber sua vida. No período, a Igreja Católica resistiu bravamente à idéia de incomensurabilidade do cosmos. Da história da ciência poderiam emergir os fundamentos para compreensão desses conflitos históricos e também existenciais, contribuindo-se, dessa forma, para enriquecimento e compreensão das múltiplas possibilidades do ensino de ciências na Educação Básica.

A exploração de narrativas mitológicas abriria um terreno para discussão de temáticas de relevância para o ensino de ciências, como veremos a seguir.

Pelos conflitos de Bowman, especialmente em situações oníricas, seria possível promover reflexões sobre temas, tais como a imaginação e a criatividade na ciência.

⁴⁴ Nesse sentido, compreendemos que a narrativa de Clarke é um clássico.

A grandeza do cosmos geraria uma motivação a mais para transcender as limitações que os conteúdos formais encontram no cultivo da imaginação criadora dos estudantes. A liberdade da literatura não canônica ao narrar, por exemplo, utilizando-se da beleza e da incomensurabilidade do universo, sinaliza para o pertencimento da ciência ao plano da cultura, sugerindo novas potencialidades para o ensino das ciências na escola.

Das páginas da divulgação científica, o discurso científico teria um mote para reflexão sobre as dimensões subjetivas e sociais da ciência, atingindo também, provavelmente, as experiências existenciais dos estudantes. Assim, os “*sonhos de Bowman*” são também as experiências oníricas da humanidade, uma humanidade confrontada com seus dramas existenciais e com os desafios das interações humanas. Não poderia o ensino de ciências se apropriar dessa potencialidade reflexiva?

5.6. *Contacto, Carl Sagan*⁴⁵

Hitler, entre loucura e sonho

Um dos momentos culminantes da obra de Sagan está no episódio localizado no capítulo intitulado “*Palimpsesto*”, em que a figura de Hitler surge em uma mensagem captada por supostos alienígenas, nos jogos olímpicos de 1936, transmitida por sinais de televisão e retransmitida da estrela Vega para a Terra. A

mensagem enviada da estrela Vega para a Terra tinha a figura de Hitler abrindo os jogos Olímpicos de 1936. Esse sinal foi captado pelos veganos, supostos alienígenas da estrela Veja, e retransmitida para a Terra como forma de realização de contato inicial entre veganos e terráqueos. Esse sinal de retransmissão da mensagem da estrela Vega para a Terra foi conseguido através da captação de sinais de televisão que viajavam no espaço por ocasião da transmissão televisiva dos jogos olímpicos de 1936.

A presidente dos Estados Unidos é convocada para discutir essa questão com a cúpula científica envolvida no projeto. Recortamos um trecho das palavras da presidente dos Estados Unidos em pronunciamento a essa cúpula científica. Esse pronunciamento ocorre, então, após ampla discussão da mensagem dos alienígenas (com alusão a Hitler) nos círculos de poder político do país. Diz a presidente a um cientista específico, o Ken:

(...) Adolf Hitler! Ken, isso me deixa *furiosa*. Quarenta milhões de pessoas morrem para derrotar aquele megalomaniaco, e ele se transforma no astro da primeira transmissão a uma outra civilização? Ele nos está *representando*. E a *eles*. É a concretização do sonho mais delirante daquele louco. (SAGAN, 1999, p. 98, grifos do autor).

A mensagem dos alienígenas incorporava um forte caráter ético, pois Hitler, execrado como maior criminoso do século XX, aparece, no contato, como o embaixador do universo. Como poderia alguém tão repudiado pela humanidade ser o representante dos humanos perante alienígenas, ávidos de contatos pacíficos? É um momento ímpar para as aulas de ciências, pois a relação tecnologia e ética tem uma relação bem íntima. O projeto para a construção da

⁴⁵ Vide, em anexo, breve bio-bibliografia do autor.

máquina, que lançaria tripulantes à estrela Vega, implicaria um avanço tecnológico para a humanidade, na medida em que a construção da máquina impulsionasse a conquista de tecnologias até então desconhecidas. Entretanto, estaria em discussão se valeria a pena investir na conquista tecnológica, pois os alienígenas, supostamente, poderiam ter organização tão injusta quanto aquela inspirada por Hitler, que, sabemos, foi combatida pela humanidade. Se os alienígenas usaram Hitler para fazer contato com a humanidade, certamente teriam admiração pelos seus ideais e consciência do papel representado por sua pessoa, como um ditador desumano.

Os planos de dominação da humanidade pelos alienígenas poderiam ser um fato. Os alienígenas, então, representariam um risco de subordinação de toda a humanidade aos desmandos de uma ordem autoritária.

É uma discussão saudável para o ensino das ciências. Tal envolvimento ético da ciência e da tecnologia poderia ser explorado nas aulas de ciências, no momento em que os planos de dominação das nações desenvolvidas sobre o mundo subdesenvolvido alcançam repercussões mundiais. Os países detentores de tecnologia de ponta vendem seus produtos às custas de uma subordinação política e comercial. São os tratados de transferência de tecnologia de ponta com o mundo subdesenvolvido em troca de subordinação política. Assistimos, por exemplo, no Brasil, a compra de tecnologia norte-americana para a proteção da Amazônia. Entretanto, o tratado envolve uma apropriação dos recursos genéticos da Amazônia, ameaçando a autonomia e a soberania brasileira, implicando em mercantilização de todo um patrimônio cultural e genético.

É exatamente a relação entre os planos de avanços tecnológicos e suas respectivas implicações éticas e sociais que pode ser explorada com riqueza de detalhes nas aulas de ciências.

Um sinal de televisão pode viajar anos-luz pelo espaço e ser captado como sinal de vida. E que sinal de vida? No caso do livro, justamente aquele que respondeu por um holocausto.

Além destas implicações éticas da tecnologia, está em jogo também, no capítulo, aquilo que introduzimos como sendo o conflito entre os sonhos e o alcance megalomaniáco de tal sonho. A tirania megalomaniáca – de sonhar com um projeto de submissão social da humanidade – representa um conflito saudável para racionalizar questões existenciais humanas.

Tal representação de poder de controle sobre a humanidade – via sonhos antecipatórios – pode ser transferida para os planos existenciais de qualquer sujeito. Todos nós sonhamos com o futuro; entretanto a realização destes planos futuros tem que passar pelos crivos de implicações éticas, pois se todas as pessoas pusessem em ação todos os seus desejos e ambições futuras, não haveria lugar para um contrato de sociedade erigido na justiça social. Um contrato de vida social implica em abrir mão de ambições pessoais em prol de uma coletividade. Na verdade, a discussão que encontramos no capítulo “Palimpsesto” é uma expressiva lição de civismo, no momento em que assistimos a uma crise de valores coletivos e na medida em que o mundo da política representativa não tem motivações para incutir ideais de civismo e de justiça social.

Embora Hitler represente o horror da loucura para a humanidade, suas principais ambições seriam, além de dominar o mundo, conquistar a supremacia do universo.

A ambivalência do si mesmo se faz valer, na medida em que tal trecho do livro possibilite aos sujeitos implicados nessa discussão sentirem a concretização mitológica de um sonho megalomaniaco. Sonho e loucura se misturam de maneira contraditória.

A narrativa também favorece reflexões sobre equívocos de interpretação de sinais, caso as implicações ético-morais não estivessem envolvidas. É um recado para a humanidade, para que valorize sua própria história, pois o holocausto promovido pelo nazismo precisa passar sempre por reflexões que envolvam os conflitos humanos relacionados às suas implicações para as sociedades futuras e aos dramas provocados no passado.

Os regimes políticos atuais também conhecem a presença de megalomaniacos tão tirânicos quanto Hitler. Assim, associar sonhos de um futuro de poder com as loucuras que eles representam insere os sujeitos em acaloradas discussões, motivadoras, geralmente, de uma compreensão sobre os limites e possibilidades éticos da ciência.

O confronto fica posto desde então. Um sonho de controle sobre o mundo não seria, paralelamente, uma espécie de surto psicótico ou de loucura?

Certamente, não são atributos exclusivos dos presidentes das nações mais desenvolvidas prever e almejar o controle do mundo. Todo ser humano, em alguma medida, no auge de sua ambivalência, precisa pensar sobre o drama de

ter desejos de poder dramaticamente malucos, e sobre os limites éticos implicados na execução desses desejos.

Esse Hitler do romance de Sagan pode expressar o conflito da natureza humana relacionado aos limites do poder político dos cidadãos, especialmente daqueles que alcançam postos que envolvem poderes sobre a sociedade. Mas, de alguma forma, também expressa o conflito ético vivenciado, em menor escala, pelos sujeitos em suas relações sociais, em que o poder e a ética, de maneira inter-relacionada, estão presentes.

O confronto entre sonho (no sentido de desejo de futuro) e loucura precisa ser dimensionado pela escola brasileira, e os saberes da sala de aula podem exercer esse papel educativo, no sentido de promoverem a compreensão da ambivalência humana, de seus impasses éticos e de suas potencialidades formativas.

A educação não pode deixar escapar a oportunidade de reflexão sobre um sonho. Ou seja, um sonho, como expressão de um desejo, que passe pelo resgate da dívida social, de idealização de uma condição de fraternidade e de elaboração de uma utopia de convivência social.

De um livro com ênfase em ciência e tecnologia poderão ser extraídas contribuições que, em geral, não são novidades no ensino das ciências. A ênfase no eixo “ciência, tecnologia e sociedade” já trás importantes contribuições para este gênero de reflexões. A divulgação científica como literatura é uma luz que em Sagan brilha, no sentido de ter o potencial de ampliar o alcance do ensino de ciências, entendido em sua dimensão cultural e ética.

Assim, ajustamo-nos a uma proposta de Zanetic (1997), de que uma discussão física e científica tenha um alcance cultural, na medida em que, nas entrelinhas da ciência, estão presentes as implicações éticas e sociais para os planos da sociedade. Tecnologia e suas implicações sociais são indicadores de uma questão que se ajusta aos planos da cultura. A ciência alcança inexoravelmente a cultura, quando trás para a bagagem da vivência humana mais ampla e menos restrita aos círculos de cúpula científica uma gama de repercussões que alcançam o terreno dos poderes que delimitam as relações de força e de influência sobre uma parcela mais ampla da sociedade.

A trama cultural da ciência está amplamente presente neste capítulo de Sagan. A riqueza de sua obra está principalmente vinculada a este espectro de alcance cultural dos planos da ciência. Neste capítulo, a ciência e a tecnologia saem dos planos da academia e alcançam os terrenos da ética e dos valores humanos, em cujas bases ancora-se a cultura.

Contato: O projeto contraditório da Máquina - O impulso técnico-científico

O capítulo de *Contato*, intitulado *Tarugo de Érbio* (SAGAN, 1999, p.248-269) é de bastante densidade, do ponto de vista das implicações para o ensino de ciências. Além da exploração dos aspectos relacionados aos conflitos entre os interesses pessoais dos cientistas versus os interesses sociais, tratados na seção anterior, é conveniente que estendamos nossa análise.

Para entendimento dos processos que envolvem a ciência, é muito importante a questão do controle social. Zanetic (1997) apontou que seguramente

o tratamento dado às implicações sociais da ciência expressa a vinculação estreita de uma discussão científica aos planos da cultura. No escopo dessa tese, compreende-se que a divulgação científica como literatura não canônica revela uma faceta cultural do discurso científico.

No decorrer deste capítulo do livro *Cosmos*, “O Tarugo de Érbio”, que trata da construção da máquina ditada pelos alienígenas veganos e suas implicações para o desenvolvimento tecno-científico, aparece a intervenção de um cidadão excêntrico chamado Sol Hadden. Apesar do projeto de construção da máquina ter gerado acaloradas discussões sobre os riscos potenciais de invasão alienígena, a intervenção de Hadden caracterizou uma ação pessoal sobre os destinos do projeto. Vejamos o seguinte trecho:

A Hadden Industries era um dos principais empreiteiros da máquina. Sol Hadden insistira em que não se realizassem testes não autorizados e até mesmo em que não se juntassem componentes destinados à montagem final da máquina. As instruções, determinou ele, deveriam ser seguidas à risca, pois não havia na Mensagem informações soltas. Instava seus empregados a se considerarem necromantes medievais, a seguirem meticulosamente as palavras de um encantamento mágico. “Não se atrevam a pronunciar mal uma única sílaba, recomendava.” (SAGAN ,1999, p 252).

Hadden estaria influenciando pessoalmente os destinos do projeto de construção da máquina. Um industrial visionário e apaixonado pela ciência estaria controlando o progresso de construção da máquina.

Acima das implicações sociais envolvidas do projeto de construção da máquina, pairavam as imposições de interesse econômico expressas nas intervenções de Sol Hadden. Assim, a máquina foi construída com pouco ou

nenhum controle da comunidade científica. O controle advindo da comunidade de pares acadêmicos, através da ação dos cientistas, não foi efetivo, pois interesses econômicos e pessoais ditariam os rumos do processo de construção da máquina. Vejamos o seguinte trecho, no qual está expressa a presença desses interesses econômicos:

Assim, mesmo alguns dos que se preocupavam com a segurança do planeta no caso de a máquina ser construída engoliam os escrúpulos quando imaginavam suas implicações em termos de empregos, lucros e avanço profissional. (SAGAN, 1999, p. 249).

Nossa reflexão, embora se refira ao tratamento dado ao si mesmo como projeto de humanismo, se estenderá para abordar um conflito do “si mesmo” expresso em sua natureza relacional, coletiva. Os conflitos do si mesmo também possuem uma dimensão social. Muitos sujeitos podem se ver envolvidos por um dilema conflitante e adotar posturas e reações singulares. Mas também podem se ver envolvidos em reações comuns, encontradas em outros sujeitos, indicando, nesse sentido, a natureza também social das reações subjetivas.

O projeto para construção da máquina, revelado pelas mensagens alienígenas, teria provocado um impulso desenvolvimentista na tecno-ciência mundial. Um conflito de natureza social, expresso no trecho inicial desta seção, pode ser percorrido, na medida em que ocorre da humanidade temer pela própria segurança, dado o poder que a ciência tem de provocar um impulso no desenvolvimento, mas tudo isso atrelado ao medo de autodestruição mundial. Sagan talvez estivesse revolvendo os dramas da ciência na época das grandes guerras, quando grandes impulsos tecnológicos se efetivaram. A ciência e a

tecnologia no período de guerras receberam incrementos financeiros astronômicos, com finalidades bélicas. Foram projetadas e construídas armas de alto poder destrutivo, aviões, tanques, até a culminância do holocausto com as explosões das bombas atômicas em cujos projetos de construção grandes cientistas se envolveram.

Este drama conflitante coletivo faz parte do imaginário coletivo e pacifista que tem vinculação, por exemplo, com os dramas vividos pela hecatombe nuclear, se considerarmos, nesse caso, que esta reflexão se aplicaria ao entendimento das políticas armamentistas que norteariam as ações do mundo desenvolvido atual e no passado pouco remoto. Os impulsos desenvolvimentistas da tecno-ciência sempre causaram rumores e temores de desastres naturais.

A reflexão proposta por Carl Sagan é, assim, bastante atual, pois proporciona aos leitores uma ultrapassagem da narrativa e uma extensão do foco para o entendimento da evolução da ciência e da técnica, com repercussões contemporâneas.

Há um conflito básico, fundamental, na narrativa de Sagan, que expressa os perigos em que a ciência como instituição plena de autonomia pode se ver envolvida. O projeto de construção da máquina, ditado pelos alienígenas, estava sendo colocado em prática através da ação percorrida e cética do mundo científico. Todas as instruções ditadas para construção da máquina eram testadas e controladas, como podemos perceber no trecho abaixo:

Quando o componente 708 estiver montado, a aplicação de um campo magnético transversal de dois “megagauss” deve fazer o rotor realizar tantas relações por segundo antes de voltar a se imobilizar. Se qualquer

um dos testes falhasse, seria preciso voltar atrás e refazer tudo. (SAGAN, 1999, p. 250).

O controle social da ciência é tema de extrema relevância nos dias atuais, em especial quando se refere, particularmente, a polêmicas ligadas a transgênicos, clonagem e projetos aeroespaciais que despendem quantias vultuosas.

Na obra de Sagan, a comunidade científica figura como um cidadão grego em conflito. Os conflitos estão colocados, nessa obra, em nome de uma autonomia da prática científica. A comunidade científica aparece em ação na obra agindo dentro de princípios acadêmicos, os quais devem permear as pesquisas científicas. A prática científica nunca deve se furtar das experimentações, testes e controles para a medida da eficácia. Neste sentido a obra nos premia com uma ação exemplar da ciência frente a um empreendimento grandiloqüente. Ou melhor, o ceticismo foi o legado dos cientistas ao fazerem cumprir as instruções da construção da máquina. Os impulsos gerados em termos de avanços nos diferentes campos da tecno-ciência aparecem como consequência destes impulsos gerados pela ação prioritária de investimentos na ciência e tecnologia.

Sagan parece defender, um pouco indiretamente, a importância devida aos investimentos na ciência, estendendo grandes contribuições para o avanço da tecnologia de ponta.

O que nos interessa, então, é demarcar a natureza conflituosa destas contradições coletivas em momentos de crise científica. A ciência avança muito nestes momentos de novas descobertas (KUHN, 1998), entretanto o controle social não aparece como um destaque na obra de Sagan.

Sagan se refere a um eventual controle social da prática científica apenas como perigos eventuais que as tecnologias viessem a contribuir. Vejam o seguinte trecho: “A mensagem lisonjeava os cientistas e engenheiros, diziam os críticos, estavam se absorvendo na tecnologia e perdendo de vista os perigos” (SAGAN, 1999, p. 251). Neste trecho falta um detalhamento de quem seriam estes críticos da ciência. Mais adiante, na mesma obra, estes críticos da ciência aparecem como representantes do obscurantismo religioso e fundamentalista. Ou melhor, parece que o controle social da ciência ficaria restrito às questões da natureza conflitante entre ética religiosa e progresso científico. Seria uma forma parcial de tratar a questão do controle social da ciência, como se se tratasse apenas de uma relação conflitante entre ciência e religião. No processo de construção da máquina parece haver abdicação de um controle social, por comunidades de pares acadêmicos, ou pela crítica de natureza ética advinda dos seios da própria sociedade e da universidade, ou das contribuições das ciências humanas, mas de uma rivalidade religiosa e político-ideológica de pessoas interessadas em lucros imediatos.

O conflito entre progresso e perigos eminentes de conseqüências negativas para a sociedade não parece alcançar esferas tão democráticas de embate. Enfim, é uma oportunidade para os estudantes de ciências refletirem sobre os dramas que envolvem o progresso das ciências e da técnica e seus eventuais riscos para a humanidade.

Entendemos que os dramas coletivos também são importantes para promoção de reflexões sobre as questões pessoais. Os dramas da sociedade oferecem oportunidade de reflexão sobre os conflitos do si mesmo individual - em

permanente interação social. As dores que sentimos não são solitárias. Há algo de socialmente compartilhado.

Hadden é personagem emblemático na obra de Sagan, pois simboliza a solução para o drama da humanidade frente aos conflitos atinentes ao progresso da tecno-ciência e dos perigos que eles representam para a humanidade. Sol Hadden, um influente industrial e misto de cientista e visionário, parece encarnar o destemor pela ousadia do progresso científico.

Assim, a solução de um conflito humano não parece vir por vias democráticas, mas por meio de um suposto iluminado homem isolado do seio social, que age misteriosamente, na medida em que não trava relações sociais mais transparentes. Vejamos a demonstração disso no seguinte trecho:

As decisões fundamentais ainda cabiam a ele, diziam seus subordinados. Entretanto, as comunicações com Hadden se faziam através de comunicação assíncrona: seus subordinados deixavam relatórios de progresso, solicitações de serviço de telecomunicações científicas. Suas respostas vinham em outra caixa lacrada. (SAGAN, 1999, p.253).

Dessa maneira, Hadden, além de controlador do progresso de construção da máquina, era inacessível aos debates e a referendos populares. É algo para refletirmos com os estudantes.

Latour (2001) ajuda-nos na sustentação das reflexões sobre as relações da ciência com a sociedade. A defesa de Latour parece ocupar uma posição mediana entre os epistemólogos e a ética humanista subjetiva. Latour não defende que a ciência deveria se sustentar com base no argumento da objetividade plena, na medida em que ficasse livre dos incômodos das relações passionais com a

humanidade e a política. A posição de Latour (2001) distancia-se de uma perspectiva academicista de suposto controle interno da própria ciência.

Entretanto, sua posição parece garantir que não aconteça um controle da ciência feito de maneira exclusiva pelas esferas da subjetividade. Mas, em sua perspectiva, o controle subjetivo, através da política, fica bem sustentado, na medida em que fazer pesquisa científica significa efetivar uma mediação entre a ciência e as coletividades.

Poderíamos sustentar que a posição de Latour admite um controle social da ciência de uma forma democrática: nem um atributo exclusivo das próprias comunidades científicas, nem um discurso passional do poder político representante das massas.

Nas palavras de Latour (2001),

Já não precisamos escolher entre Direito e Poder porque outro partido ingressou na disputa, o “coletivo”; já não temos de decidir entre Ciência e Anticiência, pois também aqui aparece um terceiro partido: o *mesmo* terceiro partido, o coletivo. (LATOUR, 2001, p.34, grifo do autor)

Feitas as devidas ponderações, entendemos que a posição que adotamos neste trabalho admite uma noção de controle social da ciência de forma afinada com o que propõe Latour.

Entretanto, a riqueza da discussão de Sagan e a forma literária e mais acessível de sua linguagem permitem-nos supor que o professor de ciências possa introduzir discussões desse gênero nas suas aulas. Como a linguagem da filosofia da ciência pode ser de difícil aceitação pelos estudantes, achamos que o uso da narrativa de Sagan na sala de aula de ciências poderá introduzir os

estudantes numa discussão fundamental ao entendimento da ciência, como é o caso do controle social da ciência.

Contato: Os dramas da Dra Ellie Arroway – O Cientista humano como qualquer sujeito

A imagem pública do cientista é algo de fundamental interesse para o jornalismo científico e até mesmo para os saberes populares. É comum nos depararmos com opiniões em que os cientistas são tidos como portadores do poder de satisfazer os interesses públicos em detrimento dos próprios interesses particulares⁴⁶. No imaginário popular, o cientista é muitas vezes alguém dotado de super-poderes, um sujeito capaz de mudar os rumos da história e de agir sempre em favor a humanidade. Segundo essa representação, os cientistas sacrificam a própria vida para atendimento dos apelos sociais de melhoria das condições de vida. Este imaginário é alimentado muitas vezes pelo jornalismo, que costuma reforçar o caráter solidário dos cientistas. É comum a veiculação de situações em que um cientista opina sobre os destinos e problemas da humanidade, como, por exemplo, sobre as pesquisas em câncer, sobre as células-tronco e potencial de cura de doenças graves em geral. Ao imaginário popular fica parecendo que a vida humana estaria nas mãos do cientista. Assim, o cientista seria alguém sempre a serviço dos interesses prioritários da humanidade.

⁴⁶ Vide a respeito, por exemplo, a obra "*Percepção pública da ciência; resultados da pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai*", organizada por Carlos Vogt e Carmelo Polino, Editora Unicamp, 2003.

Neste capítulo de *Contato*, intitulado “*O Tarugo de Érbio*” (1999, p. 248-269), Carl Sagan promove reflexões sobre a percepção da imagem do cientista.

O projeto da construção da máquina usa um material feito do elemento químico érbio. Daí o título do capítulo. A construção da máquina provoca, no contexto da obra, impulsos significativos na ciência e tecnologia mundial. As conquistas de tecnologias até então desconhecidas proporcionam grandes avanços nas indústrias de ponta. Nos Estados Unidos, uma eleição presidencial foi definida em função do posicionamento dos candidatos em relação à construção da máquina e do alto investimento que isto implicava. A candidata favorável à construção da máquina ganhou a eleição; o candidato derrotado era contrário, pois supunha o perigo de que a máquina funcionasse como um “cavalo de Tróia”, implicando, portanto, riscos de invasão alienígena.

Na narrativa, o cientista Drumllim é escolhido como o único tripulante da máquina que seria lançada para Vega. Drumllim foi o orientador de doutorado da Doutora Ellie. Ellie vivia sempre aos sobressaltos com Drumllim, pois ele realizava um trabalho muito próximo à ação governamental, que controlava os destinos dos projetos científicos que envolviam os interesses da doutora Ellie. Drumllim sempre intervinha nos projetos de natureza estritamente científica. A doutora Ellie tinha, então, motivos para odiar Drumllim.

Entretanto, Drumllim havia morrido num teste experimental de lançamento da máquina. Sua morte foi ocasionada por sabotagem do projeto, pois havia sido colocada uma bomba na máquina que explodiu e aniquilou a vida de muita gente. A doutora Ellie, então, teria sido heroicamente salva pelo Drumllim, que, no episódio da explosão da bomba na máquina teria se sacrificado para salvar a vida

da cientista. Em razão disso, a doutora Ellie estava dividida entre o amor e ódio. Estava instalada, então, uma condição humana existencial conflituosa para aquela cientista.

Na repercussão por ocasião do falecimento de Drumllim, a Dra. Ellie teria localizado em si mesma um desejo assassino, aquele que a teria levado a ter desejado a morte de Drumllim. Ela vivenciava um conflito: como poderia representar a humanidade como tripulante da máquina se ela própria teria percebido em si mesma um alto interesse pessoal? Este conflito é o que achamos ter um importante potencial para uma reflexão sobre a alfabetização científica humanizadora, se bem explorado nas aulas de ciências.

Por ocasião da morte de Drumllim, essa reflexão ser avaliada a partir do seguinte trecho:

A primeira coisa que sentiu, assim que percebeu o que havia acontecido, não foi tristeza por ver seu velho professor, David Drumlin, dilacerado diante de seus olhos; nem foi espanto pela possibilidade de Drumlin haver dado a vida para salvar a dela; nem angústia diante da ameaça a todo o projeto da Máquina. Não, claramente, seu pensamento fora: Eu posso ir, terão de me mandar, não há outra pessoa, agora eu vou. (SAGAN, 1999, p. 267-268)

Os cientistas são pessoas humanas. Esta é a lição que Sagan pode dar aos leitores de sua obra. Neste trecho concentra-se o cerne do sentido da natureza humana: a ambivalência. Sagan, narrando o drama conflitante e contraditório dos sentimentos e reações da Dra. Arroway diante da morte de Drumlin, aponta um conflito de natureza ética no ego do Dra. Arroway.

sentiu-se estupefata com seu espírito interesseiro, pelo egoísmo desprezível que revelaria a si própria naquele instante de crise. Não importava que Drumlin pudesse ter defeitos semelhantes. Ellie ficou

atônita por encontrá-los, mesmo que momentaneamente, dentro de si... tão rigorosa, ativa, planejamento decisões futuras, esquecida de tudo, menos de seus interesses. (SAGAN, 1999, p. 268).

Acima de interesses coletivos, ou seja, que o projeto da máquina desse certo e vingasse, pairava na alma de Ellie o egoísmo individual por alcance de notoriedade e fama na realização de um projeto científico. Esta passagem possibilita, então, a desmistificação da imagem pública do cientista, problematizando a imagem corrente do cientista como alguém que exercita sua profissão somente e exclusivamente para o bem da humanidade. Pelo contrário, Ellie experimentava uma descoberta em si mesma de um ego desejoso de atendimento a interesses próprios. Este cientista que agiria em nome do bem comum e do bem da sociedade fica, então, desmistificado.

A prosa de Sagan se traduz na revelação de uma condição de dor e sofrimento diante de tal maniqueísmo descoberto por aquela cientista. O conflito de Dra. Arroway se torna mais doloroso na medida em que ela também descobre, em si mesma, desejos assassinos. Desejava, o tempo todo, a morte do seu chefe e guru intelectual. Quando descobriu isto, imediatamente sentiu-se culpada. É a contradição maior inerente à condição humana. Na mesma medida que ela odiava Drumlim, desejando até mesmo a sua morte, sentia que era ético amá-lo e respeitá-lo na condição humana de amigo e de cientista.

É um momento ímpar da obra e enuncia muitas possibilidades problematizadoras a respeito de como a ciência se faz e de quem são os cientistas, também pessoas comuns. Neste sentido, o cientista e qualquer sujeito

são iguais em sua condição ambivalente, o que contribui para reflexão sobre os interesses no fazer científico.

Se entendemos que é humanizadora a proposta de tratar a questão dos conflitos existenciais nas aulas de ciências, consegue-se perceber a riqueza da prosa de Sagan sobre a dimensão humana dos cientistas. Entendemos que o distanciamento dos dramas da existência humana, ao qual nos referimos na introdução deste capítulo, não condiz com a condição humana dos cientistas.

Trazer tal discussão para as aulas de ciências representa aproximação com reflexões sobre modelos profissionais mais condizentes com as realidades da prática acadêmica. Tal proximidade com uma visão mais integral da imagem do cientista representa, também, um entendimento da discussão sobre o que é tornar-se um cientista. Até mesmo a fuga de cérebros da universidade e da prática acadêmica poderia ser combatida se, no âmbito do ensino das ciências, a imagem do cientista fosse mais amplamente discutida. As profissões mais técnicas como medicina, engenharia e direito ainda são hegemônicas na maioria das opções dos jovens no Brasil. Muitos jovens são predispostos a optarem por estas carreiras em detrimento de carreiras científicas, pois a representação social da prática científica ainda é insistentemente parcial e estereotipada. Essa imagem de cientista alimenta pouco os desejos da juventude, pois ser humano e ser cientista parece, nessa perspectiva, algo inconciliável. O próprio Paulo Freire, que não poderia ser usado como protótipo de cientista, embora fosse um profissional das ciências humanas, admitiu, em documentário⁴⁷, ao final de sua vida, que gostaria de ser

⁴⁷ *Paulo Freire Contemporâneo*, Direção Toni Venturi, 2007.

lembrado não como uma potência intelectual, mas como alguém que amou profundamente as pessoas, as árvores e a natureza.

O sonho das Formigas: Uma crítica ao cientificismo em Contato

Aprender ciências na escola não se limita a incorporar somente conceitos. O discurso da ciência, quando empreendido na sala de aula, proporciona novos posicionamentos pessoais frente às imposições da vida cotidiana. Os estudantes podem incorporar formas de se relacionarem com os problemas que enfrentam no dia a dia que lhes permitam lidar com o cotidiano de forma precária. Um fascínio pela maneira científica de lidar com a vida tem seus riscos. O ensino de ciências que contemple a formação humana na sua integralidade deveria assumir a importância dos dramas existenciais humanos. Essa temática é abordada por Sagan no capítulo “O sonho das formigas” (*Contato*, pág.286-298). Aqui, ele tece reflexões de caráter humanístico, na medida em que nem sempre a formação científica instrumentaliza as pessoas para as exigências da vida cotidiana.

Esse capítulo de *Contato*, intitulado *O sonho das Formigas*, apresenta a doutora Ellie Arroway prestes a embarcar no módulo que a levaria à Vega. A cientista fazia visitas a japoneses e personalidades do oriente, como forma de prepará-la para o difícil empreendimento de embaixadora da humanidade frente a supostos alienígenas extra-planetários da estrela Vega. Antes destas visitas às personalidades do oriente, Ellie recebeu uma correspondência avisando-a do precário estado de saúde de sua mãe. Ellie foi visitar a mãe.

Este capítulo nos pareceu trazer sérias implicações para a discussão sobre a precariedade ou não do discurso científico. Sagan não deixa estampadas suas críticas à razão cartesiana; entretanto, através das contradições e conflitos particulares de um cientista, encarnada pela Dra. Arroway, fica subliminar uma mensagem, se não de crítica ao formato cientificista do discurso acadêmico, pelo menos uma demonstração de uma limitação inerente ao discurso e aos aspectos processuais da ciência.

Esse conflito ficou demonstrado pelas repercussões da visita que a Dra Ellie fizera à mãe doente. A mãe de Ellie tinha uma doença debilitante que impossibilitava a comunicação com pessoas. Ellie, quando vai ao hospital visitar a mãe, se vê frente ao dilema de dizer coisas à própria mãe, sem saber direito se estaria sendo compreendida.

Vejamos as reflexões de Ellie quando em visita à mãe debilitada e incapacitada num hospital de repouso:

Sua mãe jazia imóvel na cama (...) seu único movimento era um piscadela ocasional. Ellie não tinha certeza de que a mãe ouvisse ou compreendesse o que ela estava dizendo. Pensou em meios de se comunicar. A idéia surgiu em sua mente, sem que pudesse evitá-la: a mãe piscaria uma vez para responder sim, duas vezes para dizer não. Ou poderiam armar um encefalograma com um tubo de raios catódicos (...). Mas quem estava ali na cama era sua mãe, não a estrela Alfa da Zira, e o que se impunha ali não eram algoritmos de decodificação, mas sentimento. (Sagan, 1999, p.287).

Assim começa o conflito maior da cientista. A ambivalência entre razão e sentimento. Como não sabia se estava sendo compreendida, conjeturou um discurso técnico-científico na esperança de comunicar-se com a mãe. Entretanto,

não foi bem sucedida. Sagan, então, começa a colocar o seu olhar crítico sobre a precariedade do discurso científico para a resolução de problemas do dia-a-dia.

Assim, Ellie se vê frente às próprias limitações, o conflito entre razão e sentimentos. A mãe de Ellie teria sido abandonada do cenário com Ellie durante anos. Sua condição conflitante se traduziria exatamente em ser portadora de um discurso universitário acadêmico impecável na sua racionalidade, entretanto paupérrima na suas capacidades sentimentais, que nem nas mínimas interações afetivas Ellie não se dava conta de seu analfabetismo sentimental. Razão e sentimento seriam duas modalidades inconciliáveis em Ellie, condicionada a usar demasiadamente a razão, pela imposição da formação científica que teve. Entretanto, no momento em que se requeriria uma ação sentimental, a doutora em astrofísica sentia-se impotente para tal. Ela não conseguia comunicar-se com os humanos próximos através da afetividade.

A doutora Ellie, de volta ao cenário japonês, frente aos preparativos para a viagem para a estrela Vega, vai fazer uma visita a um renomado e influente monge budista num restaurante junto a um local paradisíaco. A doutora vai acompanhada do arqueólogo chinês chamado Xi. Xi era um cientista diferente, pois acreditava na importância da sabedoria oriental para a formação humana dos cientistas; por isso mesmo tinha arquitetado a visita da doutora Ellie ao monge budista, pois percebia a precariedade da formação sentimental dos cientistas ocidentais.

Na conversa com o monge budista, mediada pelo chinês Xi, a ciência parece receber o que lhe caberia faltar.

O monge budista entra direto no assunto, de forma um pouco estranha, sobre a questão da comunicação entre as pessoas. A conversa vai evoluindo até que o monge percebe a forma cética como a cientista Ellie se colocava frente à questão da capacidade de comunicação humana. O monge budista havia colocado que seria capaz de se comunicar com as pedras, ao que foi recebido de forma cética pela cientista, que não admitiu tal audácia. Então o monge budista refere-se a uma história japonesa chamada “O Sonho das Formigas”, em cuja trama estaria colocada a possibilidade de comunicação da linguagem das formigas pelos humanos. O monge tinha dito que seria capaz de entender a linguagem das formigas, após longas divagações sobre os objetivos científicos da comunicação entre as formigas.

Indagados se poderiam compreender uma formiga, os representantes da ciência se colocaram de forma convencionalmente científica, através de explicações envolvendo ferormônios e outros quesitos técnicos. O representante do misticismo oriental alega a precariedade do discurso científico na comunicação. Na verdade, a crítica do monge budista é empreendida sobre a questão da carência sentimental da tradição científica ocidental. Vejamos as respostas da ciência e do misticismo oriental frente à questão: Por que as pessoas estudam os sinais deixados pelas formigas? Primeiro a ciência: “Bem, acho que um entomologista diria que é para entender as formigas e sua sociedade, sugeriu Ellie. Os cientistas sentem prazer em entender as coisas”. (SAGAN, 1999, p. 297). Depois o monge budista: “Isso é apenas outra maneira de dizer que sentem amor pelas formigas” (p 297).

Então, percebe-se claramente como Sagan, através do personagem representado pelo monge budista, trata da questão da precariedade da formação científica e do discurso da ciência para tratar dos requisitos sentimentais. Assim, Sagan fecha o capítulo fazendo uma demonstração de sintonia entre o início e o final daquela parte do romance. Já que no início do capítulo a doutora Ellie se vê frente a conflitante condição de não conseguir usar dos sentimentos para comunicar-se com a mãe doente e tenta usar, insistentemente, a razão objetiva, no final do capítulo esta questão é recuperada. Assim, vejamos o encerramento do capítulo: “Perguntei a ele se, já que pode comunicar-se com uma pedra, é capaz de ser comunicar com os mortos, disse XI; ‘E o que ele respondeu?’ [pergunta a Dra. Ellie]. ‘Que com os mortos é fácil. Sua dificuldade é com os vivos’” (SAGAN, 1999, p. 298).

Esta afirmação do monge budista, se bem atentamente analisada, se refere duplamente às limitações do discurso científico racional e às deficiências de formação humana dos próprios cientistas, encarnados na Dra. Ellie.

Assim, fica meio que subliminar uma reflexão de Sagan acerca das limitações do discurso científico como instrumental para a vida dos sujeitos. Sagan não o diz, explicitamente, mas é revelador, neste capítulo, que o discurso científico é limitado. A ciência não pode resolver todos os problemas da humanidade através dos processos epistemológicos à sua disposição.

Isto fica exposto na pobreza e carência sentimental nos relacionamentos humanos da Dra. Ellie. Razão e sentimento parece ser ainda uma contradição conflituosa nos cientistas e talvez nos homens de instrução modernos. Assim pelo menos concebe Sagan o drama de ser cientista no mundo moderno.

Nas aulas de ciências, esta reflexão poderia contribuir para a humanização da formação da alfabetização científica. Os estudantes, quando aprendem ciências, não o fazem apenas com o intuito de dominar conceitos de forma “bancária” (FREIRE, 1987). Na verdade eles aprendem também um discurso metodológico, no qual poderão fundamentar suas reflexões para afazeres cotidianos.

A mensagem de Sagan pode nos alertar para o fato de que os estudantes em formação científica, quando requisitados para os sentimentos, não travem um diálogo de surdos com seus pares.

Oliveira e Rego (2003) refletiram sobre a questão da contradição entre sentimento e razão. Embora as autoras revelassem suas afinidades com as concepções sócio-históricas de Vigotsky, a defesa de suas idéias sobre a relevância da singularidade dos sujeitos é algo que poderia mediar muito bem esta discussão do dualismo.

Sabemos que o dualismo cartesiano é responsável por separar mente e corpo, razão e sentimentos. Em Damásio (2004) encontramos a defesa de tal tese. Sendo assim, estamos afinados às concepções que compreendem sentimentos e razão como dimensões conciliáveis.

Como dizem Oliveira e Rego (2003), “os processos cognitivos e afetivos, os modos de pensar e sentir, são carregados de conceitos, relações e práticas sociais que os constituem como fenômenos históricos e culturais”. (...)

Nessa perspectiva pode-se afirmar que, pela concepção expressa neste trabalho, a afetividade humana é construída culturalmente. (OLIVEIRA; REGO, 2003, p. 28).

Contudo, o fato de defendermos que o ensino de ciências se relacione à formação dos afetos não significa que os afetos pertençam a uma zona mutuamente exclusiva em relação à razão. Pelo contrário, se nós acreditarmos nas retribuições da pesquisa da linha sócio-histórica, cuja ênfase pressupõe um interacionismo entre o conceitual e o emocional, concebemos que também pelo ensino de conceitos as emoções sofrem intensas repercussões. A idéia da singularidade dos sujeitos, em cuja base defende-se a importância de múltiplos fatores sócio-culturais, auxiliou-nos a conceber que é possível tratar da formação humana de forma a garantir a relevância da educação em ciências como forma de educação mais integral.

Assim, a crítica externada por Sagan à pobreza da dimensão sentimental dos cientistas - metaforizada em *Contato* pela ação da Dra. Ellie – não foi aqui entendida no seu sentido literal. Ou melhor, os sentimentos da Dra. Ellie são apenas uma metáfora para compreensão da face humanista e humanizadora da prática científica e nas potencialidades dessa reflexão para uma educação científica compreendida como processo de formação para a convivência.

As linhas de pesquisa que envolvem o ensino das ciências não têm contemplado este tipo de discussão de forma mais assertiva. Entendemos, diferentemente, que a discussão sobre a formação dos estudantes – com incidência sobre as dimensões afetivas, sociais e relacionais de seu processo formativo - feita, então, através da educação em ciências, seria não só possível, como também desejável.

As contribuições de Oliveira e Rego (2003) são, neste sentido, de uma relevância fundamental, pois, já que conceberam, como já o fizera Vygotsky – que

a dimensão conceitual é capaz de alimentar a formação de subjetividades e, porque não dizer, a educação afetiva, abre-se um terreno de esperanças e perspectivas.

Compreendida dessa maneira, a educação em ciências comparece como alternativa à formação humana, nesse caso, pelo uso potencial da literatura de divulgação científica não-canônica. Desse modo, a aprendizagem científica teria não apenas e somente como finalidade e fundamento a aquisição de uma bagagem científica – importante, diga-se – mas, fundamentalmente a formação humana - e, dessa forma, realizada de maneira mais abrangente daquela formação pressuposta numa educação científica que visasse somente a aquisição conceitual ou, mesmo, um conhecimento dos resultados da ciência.

5.7. O dilema do bicho-pau⁴⁸, Ângelo Machado

O livro *O dilema do bicho-pau*, de Ângelo Machado, volta-se a um público leitor mirim. Versa sobre a dúvida do bicho-pau a respeito de sua identidade e natureza: o bicho-pau, nascido numa goiabeira de uma fazenda, interroga-se (e à sua mãe) sobre sua condição dúbia, pois ora ele se sentia bicho, ora ele se sentia pau. Sua mãe é a interlocutora em boa parte da narrativa, repleta de perguntas sobre a existência e as relações com outros seres.

⁴⁸ *O dilema do bicho-pau*, de Ângelo Machado, Editora Nova Fronteira, 1997. Vide em anexo a bibliografia do autor.

A narrativa, em que ficção e realidade se imbricam, inicia com a dúvida do bicho-pau, ainda quando criança, dúvida que o acompanha ao longo de seu crescimento e sua aventura pelo mundo. Nesse percurso, ele se encontra diante de situações em que parecer bicho ou parecer pau foram condições imprescindíveis para a sua sobrevivência. Ao final, o bicho-pau retorna ao convívio com a mãe, consciente de sua condição de bicho (“Hoje eu sei que sou bicho”) e, ao mesmo tempo, ciente de que em algumas situações seria melhor fingir-se de pau, especialmente quando em situações de perigo.

Bem no início da história, o bicho-pau pergunta à sua mãe: “Mãe, eu sou bicho ou eu sou pau?”, ao que a mãe responde: “Você é bicho-pau”. A seqüência continua com “Mas, mãe, como é que a gente pode ser duas coisas ao mesmo tempo? Afinal de contas, eu sou bicho ou eu sou pau?” “Impaciente, a mãe respondia: quer saber, você é bicho-graveto.” A conversa continua com o bicho-pau perguntando o que é um graveto, ao que a mãe responde, “graveto é um pauzinho”. E, por fim: “Ah, então eu sou um bicho-pauzinho”. Nessa seqüência dialógica, o protagonista expressa uma dúvida sobre sua condição de existência e não é ocasional que a sua interlocutora seja a mãe. Curioso é que não é exatamente a mãe quem lhe revela a sua condição de bicho, mas sim, no decorrer de seu crescimento, a vivência de situações fora do ambiente de nascimento. O bicho-pau vai descobrindo, nas relações com outros animais e seres vivos, sua condição de bicho e as potencialidades que o mimetismo lhe proporciona em situações de perigo. Não faltam no livro emoções tipicamente humanas, em que estão presentes alegria, medo e inquietações.

A contradição básica que norteia a obra – através do par bicho X pau – oferece ao leitor-mirim ricas possibilidades de reflexão sobre as contradições humanas, sobre os desafios do crescimento, sobre as descobertas da existência e sobre o aprendizado das relações com outros seres nesse processo de vivência.

Num momento da obra, o bicho-pau vê uma menina na casa da fazenda (em que está a goiabeira). Ele a vê desenhando com lápis de cor, o que provoca nele um desejo de ser algo “quando crescer”: “Mãe, quando eu crescer eu quero ser lápis de cor”.

Num momento adiante, o personagem descobre que deseja conhecer o mundo, pois morar só com a mãe “está ficando chato”.

Em outro momento, quando estava sendo levado pela cozinheira da fazenda que, confundiu-o com um graveto bom para fazer fogo, ele se revelou “horrorizado e começou a gritar como um louco”.

Nas três passagens, o bicho-pau revela possuir sentimentos humanos, como desejo, projeção de futuro, consciência do tédio, aspiração à autonomia e horror diante do perigo. Em todas as situações vivenciadas pelo personagem, é a reação do bicho-pau que o faz se sair bem, um indício, na narrativa, de que os registros da experiência são requisitos para a aprendizagem de ser e estar no mundo e também para se relacionar com os perigos, potencialidades e alternativas oferecidas pelas experiências.

Nessa narrativa ficcional, a centralidade não recai, portanto, sobre o aprendizado da biologia – inequivocamente presente em todo o livro – mas, antes, na reflexão sobre as contradições humanas, sobre a existência e sobre as

relações que se estabelecem entre sujeito e mundo, a partir das vivências do personagem e de como ele se vê no mundo.

A reflexão final é elucidativa:

Hoje eu sei que sou bicho
 Mas eu posso fingir de pau
 Às vezes é bom ser bicho
 Outras vezes é bom ser pau. (MACHADO, 1997)

O dilema resolvido ao final do livro – entre ser bicho e ser pau – é, ao fim e ao cabo, o dilema da existência humana, já há muito propalado na literatura universal, na filosofia e nas mitologias: “ser ou não ser”.

O dilema do bicho-pau é uma obra escrita, também, com o claro propósito de estabelecer uma relação lúdica entre a criança e o mundo natural e não faltam exemplos de eventos em que o personagem se diverte (“Hi! Hi! Hi!, enganei o passarinho!” ou “Hi! Hi! Hi!, enganei mais um. Bom mesmo é ser pau.”), ou então, simplesmente o bicho dorme, num momento em que o autor incita o leitor a descobrir o bicho-pau numa folhagem (“O bicho-pau está dormindo. Onde será que está o bicho-pau?”) ou, ainda, quando o autor apresenta uma cena corriqueira na vida de qualquer animal: “De vez em quando parava e – puc! Fazia um cocô”.

Os conflitos humanos de caráter mais existencial têm potencial se bem explorados para humanizar as discussões científicas ligadas a conteúdos. Entretanto, na obra de Machado os conflitos assumem um sentido particular. Por exemplo, podemos perceber com facilidade o quanto o bicho-pau no decorrer da narrativa é insistentemente cético e duvida de quase tudo que lhe dizem.

Observemos um trecho da narrativa:

No dia seguinte, o bicho-pau voltava com as mesmas perguntas:

- Mãe, eu sou bicho ou eu sou pau?

- Você é bicho-pau - respondia a mãe.

- Mas, mãe, como é que a gente pode ser duas coisas ao mesmo tempo? Impaciente a mãe respondia:

- Quer saber de uma coisa? Você é bicho-graveto. O bicho-pau pensava, e perguntava de novo:

- Mãe, o que é graveto? (MACHADO,1997)

O bicho-pau expressa um sentido particular muito expressivo. Ele assume a condição de quem duvida metodicamente das coisas. Assim, a exploração disto nas aulas de ciências tem um importante potencial para possibilitar ao professor de ciências discutir com as crianças, numa condição bem apropriada à faixa etária, o papel da dúvida no pensar cientificamente a realidade. O bicho-pau representa, na obra, o pensamento daqueles que não se satisfazem com explicações parciais e não conclusivas. O bicho-pau é um personagem que compreende que as coisas e as suas situações existenciais passam pelo crivo da razão crítica. Nesse sentido, o bicho-pau é um bom problematizador. Nós sabemos que na ciência os cientistas duvidam de seus resultados, problematizando suas dúvidas. O pensar científico sem a atitude problematizadora não é possível para uma salutar prática científica.

A atitude problematizadora pode ser um dos fundamentos do ensino de ciências. A atitude do bicho-pau, de exercício permanente de dúvida, pode representar para os estudantes um aprendizado de como se faz e se pensa a ciência.

Assim, não seria necessário o professor de ciências discutir o método científico com crianças e adolescentes como conteúdo formal e de maneira

sistemizada, o que representa sempre um risco de uma aula desmotivadora e sem sentido para os estudantes, dada a complexidade e o conteúdo filosófico mais profundo. Entretanto, é sabido que essa reflexão é necessária a uma prática científica alfabetizadora, e que mínimas noções do método científico precisam ser apresentadas aos estudantes.

As tentativas desta alfabetização através da literatura e da arte começam a se traduzir em práticas correntes de sala de aula.⁴⁹ O que defendemos é que em obras como *O Dilema do bicho-pau* a atitude científica é motivo de ensino nas aulas de ciências, e, além disso, a obra, bem como outras, possibilita a introdução da discussão, no ensino fundamental, sobre os processos da ciência.

Outra tendência de exploração da obra se refere a um conflito fundamental da condição humana: a polarização entre razão e sentimentos humanos. A ciência ensinada nas aulas correlatas de conteúdos tecno-científicos geralmente alimenta a consciência nos estudantes de que estariam aprendendo a ser racionais. Como explicitamos nos parágrafos anteriores, a atitude científica pode ser motivo de reflexões no ensino básico através do uso da literatura. Entretanto, é arriscado ensinar posturas radicalmente racionais frente à vida, numa sociedade mediada pelas relações afetivas e sentimentais do convívio social. Dessa forma, o ensino de ciências pode ser equilibrado com referenciais que problematizem este conflito humano, que coloca a atitude de duvidar sempre frente aos requisitos sentimentais de criação de laços sociais.

⁴⁹ Em Slowik (2003) há descrições de tentativas de experiências escolares do uso da arte e da literatura no ensino de filosofia da ciência. Em sua experiência, contudo, as práticas estão circunscritas às aulas de filosofia.

Já apresentamos este conflito através da análise de um capítulo da obra de Carl Sagan. Introduzimos também reflexões sobre as implicações do conflito entre sentimento e razão para as aulas de ciências. Argumentamos que a humanização das aulas de ciências passaria pela introdução da discussão de aspectos existenciais, através da alusão do confronto entre sentimento e razão extraído da literatura não canônica de divulgação científica.

Em *O Dilema do Bicho-pau*, este conflito entre razão e sentimento está implícito e poderia ser extraído da discussão da obra a partir de uma reflexão mais atenta. Se a atitude de duvidar, tão essencial à postura científica frente à realidade, aparece como bem característica ao comportamento do Bicho-pau, é conveniente comentar que o transcorrer da obra encaminha o leitor para a humanização do conteúdo racional e científico. A obra chega num ponto em que o bicho-pau acrescenta à atitude de duvidar sempre uma postura afetiva frente às demandas do dia a dia. Vejamos o seguinte trecho:

Hoje eu sei que sou um bicho
Mas eu posso fingir de pau
Às vezes é bom ser bicho
Outras vezes é bom ser pau. (MACHADO, 1997).

O bicho-pau havia passado por experiências em que teriam sido necessárias as duas condições, ora a condição de bicho, ora a condição de pau. Teria que assumir a condição de bicho frente a uma lenhadora catando madeira, pois, senão, naquele momento, poderia morrer queimado. Teria que assumir a condição de pau frente a um passarinho que queria usá-lo como alimento. Assim, esta condição ambivalente, de ora ter que ser bicho, ora ter que ser pau, fica

resolvida, quando o bicho-pau é cativado por uma carinhosa menina. Quando conhece a ação carinhosa e sentimental da menina, o bicho-pau não deixa de ser questionador sobre sua condição. Assim, aparece a dimensão sentimental como resolução de um dilema muito racional do bicho-pau. O bicho-pau descobre que para ser amado seria preciso assumir sua condição ambivalente: de bicho e de pau. O bicho-pau voltaria a viver na sua antiga goiabeira, não mais envolto em um profundo dilema, mas resoluto quanto à sua condição ambivalente.

Uma pitada de sentimento equilibra uma condição colocada, inicialmente, como pertencente aos terrenos da razão. Nas aulas de ciências o potencial de exploração deste conflito entre sentimento e razão está na reflexão sobre a condição humana, de quem se envolve com o pensar cientificamente a realidade. O professor de ciências e seus alunos podem ser capazes de facilitar uma discussão humanizadora a respeito da condição humana. Além disso, o ensino de ciências estaria proporcionando, aos sujeitos, uma reflexão sobre suas próprias experiências formativas.

Na contra-capá do livro, o autor apresenta o bicho-pau “na vida real”, explicando que existem muitas espécies de bicho-pau, onde elas vivem, suas características físicas principais, suas formas de reprodução, alimentação e locomoção. Explica também o fenômeno do mimetismo, ressaltando que “o bicho pau não morde nem oferece qualquer perigo. O mimetismo é o seu único meio de defesa”. Então o autor estabelece, nesse momento, uma diferenciação entre o bicho-pau da obra o bicho-pau na vida real: “ao contrário de alguns de seus parentes, como os grilos e as esperanças, os bichos-paus não produzem sons e, obviamente, não cantam baixinho como nessa história”. Nesse pequeno trecho o

autor revela ao leitor sua concepção de literatura em que é possível criar, por decisão imaginativa do autor, um bicho-pau que canta baixinho, caso isso torne a sua narrativa mais bela, mais encantadora para o leitor, mais atraente, mais prazerosa para a criança. Nesse caso, a imaginação criadora do autor permitiu que ele construísse um personagem cantor e que, diferentemente do bicho-pau real, possuía sentimentos, angústias, dúvidas, sonhos e que viveu, reflexivamente, aventuras e perigos em sua trajetória de crescimento.

Em entrevista concedida em 1996 (em anexo), o autor refletiu sobre essa questão da criatividade na literatura infantil:

a criatividade, fundamental tanto ao trabalho do cientista quanto do escritor, é limitada, no caso do cientista, por aquilo que em determinado momento ele julga que seja verdade. Se é verdade, ele não pode inventar. Isso de certo modo violentava minha criatividade. O escritor, ao contrário, pode criar o que quiser. Em meu livro “o velho da montanha: uma aventura amazônica”, por exemplo, há um velho que mora no alto do Pico da Neblina, cuja barba mede mais de dois quilômetros. Como cientista, eu jamais poderia fazer um velho com uma barba assim; como escritor, no entanto, o velho é meu e eu ponho a barba dele do tamanho que quiser e ninguém tem nada com isso. E a meninada adora essa barba de dois quilômetros, cheia de bichos. (MACHADO 1996, p. 11).

Nessa mesma entrevista, o autor defende também que a literatura infantil explore tanto alguns princípios cognitivos quanto o componente afetivo no ensino de ciências. Com crianças, contudo, o autor chama a atenção:

No caso de crianças, o componente afetivo pode ser muito mais eficaz nessa tarefa. Quanto menor a criança, mais se deve explorar o lado afetivo, levando-a, por exemplo, para tomar banho de cachoeira ou para passear na trilha de um parque. Ali se pode observar muitos aspectos da natureza e das relações entre animais e plantas. Acredito que desse modo se consegue, sem muita dificuldade, fortalecer o sentimento de

amor e respeito da criança pela natureza. Só depois disso é que se deve ir pelo caminho teórico da ecologia. (MACHADO, 1996, p. 11).

Distinguindo boa de má literatura para crianças, em que a preocupação ecológica esteja presente, o autor esclarece que “o objetivo principal da literatura infantil [deve ser] o de desenvolver na criança o prazer, o gosto pela leitura” e complementa “nem em nome da ecologia, da conservação da natureza, um escritor tem o direito de aborrecer uma criança com um livro chato, feito só para ensinar coisas” (MACHADO, 1996, p.10).

Seria uma grande possibilidade que uma obra de qualidade de divulgação científica canônica ou não canônica pudesse não atendesse aos apelos do público alvo por uma apreciação estética plena de ludicidade, ou por altos índices de contradição (critério que utilizamos para classificar a boa divulgação científica).

As crianças poderiam detestar uma boa obra de divulgação científica de qualidade. O público juvenil, mais ajustado a um critério baseado no índice de contradições, poderia abominar a obra. Neste sentido, extrapolando Machado, sem, contudo, contraditá-lo, o critério estético parece se ajustar ao plano da infância, na medida em que o imaginário infantil seja explorado através da literatura infantil como sendo povoado por universos fantásticos e imaginários, imergindo-os numa atmosfera necessariamente lúdica.

Monteiro Lobato parece ter alimentado a tendência de explorar o mundo infantil atendendo aos “apelos” de uma infância sequiosa por ludicidade. Não cabe a discussão se a criança seria lúdica por natureza, ou meramente um produto de influências sócio-culturais.

No entanto, caberia em uma rasa digressão revelar a simpatia pelas idéias de Rego (2003), que explica a situação cognitiva de estudantes, em cuja amplitude está incluída a infância, a partir de um pressuposto que associa a presença tanto da interferência sócio-cultural quanto das características inatas. A autora elaborou a idéia da singularidade, que implica o reconhecimento, principalmente no terreno educacional, da revelação de estudantes com características particulares circunscritas tanto ao terreno da cultura quanto da estrutura genética.

A criança não seria, nessa perspectiva, lúdica por natureza. É necessário que se deixe claro que o tempo da infância não é um tempo lúdico como dado natural. Dentro da perspectiva da singularidade, associar a infância com determinadas características cognitivas é um risco sempre presente em qualquer julgamento de valor. Os princípios de eugenia sempre estiveram muito disseminados na sociedade e qualquer menção que se faça a características cognitivas, associando-as à estrutura orgânica, reforça os argumentos de caráter inatista. Rego (2003) revelou a predominância de altos índices de concepções inatistas e/ou culturalistas em questionários preenchidos por professores dentro de escola da cidade de São Paulo.

Embora a criança tenha tudo para ser singular, a cultura de massas é um elemento alimentador de identidades. Uma criança, embora tenha livre arbítrio, está sujeita a comportar-se de forma semelhante a outras crianças associadas aos mesmos estratos sociais e, até mesmo, a estratos sociais diferentes, que unem crianças de mesmas faixas etárias. Suas preferências culturais podem ser um importante fator de identidade social.

Assim, talvez seja por essa razão que Machado (1996) tenha apontado a ludicidade como um critério definidor do mundo da infância e revelado a literatura como fadada ao fracasso se não atender aos apelos de uma infância por sua ludicidade.

Agradar a um público alvo como a infância ou público infanto-juvenil implicaria, então, não restringir a literatura de divulgação científica a exclusivos critérios de qualidade.

Machado (1996) apontou, como vimos, que uma boa literatura tem tudo para ser eficaz na conquista do público-alvo, no caso a infância. Parece que, para o autor, é preciso que o leitor não tenha a sensação de que está aprendendo ciências quando lê uma literatura de divulgação científica⁵⁰.

Assim, fica claro que um critério tal qual a definição de José Reis para divulgação científica genuína, do qual operacionalizamos uma hermenêutica para justificar as obras canônicas e não canônicas de divulgação científica, pode ser perfeitamente preenchido pelos autores de divulgação científica para consecução de uma obra.

Porém isso não é tudo. Deduzimos que é necessário que o leitor não tenha a sensação de que está estudando no livro didático. Do contrário, o público-alvo poderia dimensioná-la no plano da escolarização formal. Uma obra que seja identificada como um “livro de escola” e não como uma literatura comprometida com o atendimento a requisitos estéticos de um público-alvo, poderia ser uma

⁵⁰ Ressalte-se que, no escopo desse trabalho, a obra de Machado está sendo considerada como obra não canônica de divulgação científica.

daquelas que Machado (1996) supostamente batizou de uma má literatura. Poderia ser odiada pelo leitor.

E preciso enfatizar que este critério apontado por Machado para boa literatura, aquela discreta para comunicar ciências, poderia se ajustar para responder a uma das questões que apontamos no final do capítulo anterior: a divulgação científica poderia se prestar para o ensino de ciências através das práticas de leitura “autônoma” (informal e desvinculada da escolarização formal)?

Admitimos que a leitura descompromissada de objetivos formais de escolarização implica um comportamento estudantil afeito a modelos de escolarização que vislumbra ao desenvolvimento da autonomia escolar, tão crucial para atender os requisitos de sólida formação científica. Sobre a questão do desenvolvimento da autonomia é importante lembrar Gardner :

Tal avaliação e as matérias curriculares, como os projetos de domínio são, espera-se, meritórios por si próprios. Mas todos são planejados, em parte, para mudar a natureza da aprendizagem e da educação, não apenas na escola, mas nas horas diárias fora da escola, e nos anos depois que a escolarização formal for completada. De seus vários propósitos considerou-se especialmente crucial a noção de construir o senso de responsabilidade do próprio estudante – por aprender, por ter progressos, por desenvolver e executar uma rede de projetos ou empreendimentos significativa, e por tornar natural um hábito intelectual de refletir sobre seu progresso. Observe-se que, a este respeito, o uso de pastas de processos não é restrito ao estudo de estética ou humanística; efetivamente, muitos professores de ciências, ciências sociais e matemática têm descoberto a utilidade de jornais, pastas de processos e outros artifícios de automonitoração. (GARDNER, 2001, p. 209).

Dentre os artifícios de automonitoração, incluímos a leitura de obras de divulgação científica não canônicas, em particular apontamos uma obra do gênero da ficção científica já mencionada, anteriormente. Tal obra é *Blade Runner*, de Philip Dick que parece não ter muito compromisso com a divulgação de conceitos de ciências, como já apontamos, muito embora a questão da eugenia e da discriminação social de minorias apareçam de forma alegórica na obra. O compromisso principal do autor parece ser também, e principalmente, com o aspecto da descrição do uso de artefatos e entidades da ciência. O transcorrer dos fatos é prioritário na narrativa. O interesse do leitor é atraído para expectativas factuais, ligadas à dialética pessoal de cada personagem. Assim, o requisito básico de proporcionar o prazer pela leitura, que nos parece prioritário, ajusta-se à assertiva de Machado sobre o caráter da boa literatura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa tese teve como pressuposto fundamental a idéia de que a divulgação científica como literatura é um recurso interessante e alternativo para o ensino de ciências. Procura afirmar a necessidade de um ensino de ciências norteado pela contribuição para reflexão sobre a vida humana e para compreensão dos processos de humanização, em que estão presentes as contradições humanas e a busca do si-mesmo.

Localiza as limitações vivenciadas pelo ensino de ciências, um ensino marcado pelo propósito linear e único de ensino de conteúdos desprovidos de significado para os sujeitos aprendentes (e, em grande medida, também para os professores), em que figuram nomenclaturas, siglas, conceitos e verdades científicas desprovidos de contexto, de história e de sentido.

Essa tese é tributária também do diagnóstico de que o ensino de ciências no Brasil é realizado, em grande medida, sem a compreensão essencial da inserção da ciência no plano da cultura. Reprodutor de uma percepção de ciência marcada por verdades, ensinado de maneira alheia às controvérsias científicas e ao seu pertencimento social, além de empobrecido em seus aspectos humanos, o ensino de ciências carece, pois de uma revisão primordial.

A divulgação científica como literatura – aqui selecionada e analisada – parece ser uma das alternativas possíveis a essa renovação.

Utilizamos-nos da análise de significados textuais, realizando análise hermenêutica das obras. Uma das formas de análise e seleção de trechos para serem explorados no interior das narrativas das obras foi a apreciação dos índices de contradição e conflitos e, portanto, seu potencial para reflexão sobre “as preocupações humanas vigentes” (MORA, 2003,p.78).

Nas obras analisadas também foi possível observar uma maior liberdade narrativa em relação à divulgação científica canônica, pois a aridez do discurso produzido com o propósito de divulgar conceitos científicos faz com que as obras canônicas, embora também cheias de beleza, estejam relacionadas mais estritamente a um compromisso literal com a ciência e com a difusão de conceitos científicos. Diferentemente disso, as obras não canônicas lançam mão de situações imaginárias, da mitologia, do sonho e dos dilemas (dos cientistas, compreendidos também como pessoas comuns) que fazem, não somente do ensino de ciências, mas também da ciência, campos mais humanizados e, provavelmente, mais próximos da realidade subjetiva do leitor.

A reflexão aqui proposta – que nos remete fundamentalmente à possibilidade de que o ensino de ciências seja humanizador e que se volte sobretudo para compreensão de dimensões da vida humana, das contradições humanas e de uma ciência inserida no plano da cultura, pode ser realizada em todas as idades da formação escolar. Desde a infância é possível priorizar, no ensino de ciências, essa perspectiva da compreensão dos processos e não dos produtos, favorecendo reflexões sobre os afetos e os dilemas da vida humana e não de conteúdos alheios aos sujeitos aprendentes. Dessa maneira, a tese contribui para afirmar o valor de uma educação científica marcada pela liberdade da imaginação criadora e não de verdades pressupostas, unilineares e definitivas.

Dessa maneira, os referenciais teóricos desta tese, especificamente os trabalhos de João Zanetic e Sánchez Mora, foram cruciais por motivos complementares.

O trabalho de Mora nos permitiu delimitar o conceito de literatura não canônica de divulgação científica. Como Mora demonstrou, a divulgação científica com status de literatura seria composta por obras de autores que trazem para a dimensão da ciência as nuances das experiências humanas.

Assim, autores como Sagan, Gould, Dawkins e Dickson seriam expoentes deste tipo de divulgação científica entendida como literatura. Aproveitamos esta definição, atribuindo nomes e obras a uma literatura de divulgação científica, e alcunhamos de canônicas tais obras, relacionadas a uma extensiva circulação mundial.

Nesse sentido, as obras canônicas de divulgação científica como literatura são aquelas que, para nós, além de humanizarem as discussões científicas, têm um alto poder de circulação na sociedade. Concordamos com os critérios definidores de um status literário das obras de divulgação científica como literatura, tais como Mora relacionou.

Os trabalhos de Zanetic nos auxiliaram para que atribuíssemos um caráter distintivo das obras de literatura de divulgação científica que analisamos nesta tese. Zanetic amplia o espectro, embora sua obra não seja decorrência imediata da obra de Mora, de literatura de divulgação científica, ao atribuir a uma ampla relação de escritores cientistas e não cientistas a produção de uma arrojada literatura envolvendo a ciência. Zanetic permitiu-nos ainda estender nossos estudos até que chegássemos a obras que cognominamos de divulgação científica não canônicas como literatura.

A divulgação científica tem uma contribuição nesse sentido, desde que ampliemos a compreensão do que seja divulgação científica, incluindo, nesse universo, a divulgação científica não canônica.

Das entrevistas que incluímos como anexos nesta tese, extraímos uma contribuição reflexiva fundamental com importantes contribuições para o ensino de ciências. Ângelo Machado, no seu depoimento sobre o uso da literatura como meio de ensinar ciências, estabeleceu que o humor seria um essencial recurso literário, que seria capaz de tornar a leitura de um livro bastante agradável, pois entende o autor que o importante motivo para continuar uma leitura de um livro é que ele “não seja chato”. Entendemos que o prazer pela leitura, proporcionado pelo humor, é de substantiva importância; embora as obras de divulgação científica não canônicas com as quais dialogamos, não tenham explorando tanto esse recurso.

Embora *O Dilema do bicho-pau* explore com maestria o recurso do humor, nas outras obras analisadas o humor não é recurso muito usado, mas entendemos que a humanização das discussões nas narrativas, envolvendo o recurso de exploração de questões atinentes a dramas existenciais dos personagens, pode ser também um potencial recurso atuando em nome de uma leitura prazerosa.

As crianças poderiam ser seduzidas não apenas pelo recurso do humor, mas também, como faz Cástor Cartelle, pelo recurso de tratamento da ciência pelo sonho, ou também como o faz Arthur Clarke em *2001 - odisséia no espaço*. O pertencimento da discussão aos terrenos existenciais implica, dessa maneira, uma possibilidade de tornar a leitura também muito prazerosa e instigante.

Assim, alimentamo-nos da tese de Zanetic de que “Física também é cultura”, que, através do trânsito pelas obras não canônicas de divulgação científica como literatura alcançamos o expressivo potencial que a exploração de tais obras poderia representar para a educação em ciências. A vinculação cultural das obras não canônicas alcança o terreno dos mitos relacionados às experiências humanas.

Entendemos, dessa maneira, que essa discussão permitiria a humanização das discussões científicas nas salas de aula de ciências.

Dos depoimentos de Ângelo Machado, inclusos no Anexo, também procuramos explorar algo muito importante para a substância de nossa tese. Trata-se da questão dos conflitos e contradições, que recai diretamente sobre os nossos critérios analíticos. Procuramos explorar, ao longo do capítulo 5, em que realizamos de fato nossas análises, a questão dos confrontos, envolvendo questões conflitantes, com implicações para o ensino das ciências.

As obras selecionadas suscitam novas potencialidades para o ensino de ciências, na medida em que apresentam aspectos diferentes daqueles tradicionalmente encontrados tanto na literatura didática convencional quanto comumente na literatura de divulgação científica canônica, tais como:

- a) ênfase em aspectos processuais da ciência e não nos resultados da ciência;
- b) reflexões sobre a existência humana e suas contradições;
- c) priorização do prazer pela leitura, com ênfase em aspectos literários e ficcionais. Nesse caso, conquanto consideremos que todas as obras analisadas tenham rigor científico e apresentem aspectos inequívocos

da ciência e da tecnologia, em todas elas o gosto pela literatura – o prazer nisso implicado – norteia as narrativas, dando-lhes o tom;

- d) centralidade na reflexão sobre a humanização e não na transmissão de conteúdos da ciência, embora esses também compareçam às obras, sem prejuízos;
- e) reflexão sobre a condição humana do cientista, apresentado como um sujeito inserido no mundo e numa teia de relações sociais, políticas e afetivas;
- f) presença de contradições e do imponderável;
- g) presença de reflexões sobre a ambivalência dos personagens, favorecendo um convite ao leitor para reflexão sobre sua própria condição humana – também inevitavelmente ambivalente;
- h) imbricamento entre ficção e realidade em benefício da beleza literária e do prazer pela leitura;
- i) indicação de que a imaginação criadora, a capacidade humana e a potencialidade criativa são motes fundamentais para reflexão sobre a ciência, uma ciência compreendida como fazer e não como resultado verdadeiro, pronto e irrefutável;
- j) presença de narrativas mitológicas, em que estão presentes as contradições, os sonhos e os conflitos humanos como indicativos de descoberta do si-mesmo e do sentido da existência humana. Nesse caso, nas obras analisadas a compreensão do si-mesmo é a centralidade e a narrativa dos processos e resultados da ciência

acontece na medida de sua potencialidade para reflexão sobre a existência humana e seus impasses;

- k) ênfase em situações conflitantes, como, por exemplo, situações em que as contradições entre o medo e o encanto, desejo e possibilidade e sonho e experiência não são incomuns.

Poesia, ficção e mitologia... ambigüidade, ambivalência e imponderável podem povoar o universo de aprendizagem de ciências, sem o que teremos ensinado uma ciência feita de conteúdos assépticos, uma ciência que não é feita por pessoas reais e que, por isso mesmo, não é compreendida como criação humana e, portanto, é vista pelos sujeitos de maneira descolada do universo social, político e cultural em que ela é feita.

Despedimo-nos do leitor com um depoimento-poema escrito por um garoto e reproduzido por Carl Sagan em *Contato*:

Meu coração vacila como uma folhinha.
Os planetas rodopiam em meus sonhos.
As estrelas assediam minha janela.
Giro em meu sonho.
Minha cama é um planeta quente⁵¹.

⁵¹ Marvin Mercer, Escola pública 153, quinto grau, Harlem, Nova York, 1981, APUD SAGAN, 1997.

REFERÊNCIAS

Obras de literatura de divulgação científica

BRUCE, Colin. *As aventuras científicas de Sherlock Holmes; o paradoxo de Einstein e outros mistérios*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

_____. *Novas aventuras científicas de Sherlock Holmes; casos de lógica, matemática e probabilidade*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

CARTELLE, Castor. *Os meninos da planície; histórias de um Brasil antigo*. Belo Horizonte: Formato, 2001.

CLARKE, Arthur. *2001 - odisséia no espaço*. Portugal: Europa-América, 1982.

DAWKINS, Richard. *O gene egoísta*. Trad. Geraldo H. M. Florsheim. Belo Horizonte, São Paulo: Ed. Itatiaia, Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.

_____. *Desvendando o arco-íris; ciência, ilusão e encantamento*. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

DICK, Philip K. *Blade Runner; perigo iminente*. Lisboa: Publicações Europa América, (1ª ed. 1968), s/d.

GARDNER, Martin. *O umbigo de Adão*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.

GILMORE, Robert. *Alice no país do quantum: uma alegoria da física quântica*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.

_____. *O mágico dos Quarks; a física de partículas ao alcance de todos*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

GOULD, Stephen Jay. *Lance de dados; a idéia de evolução de Platão a Darwin*. Rio de Janeiro: Record, 2001.

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

_____. *Viagem no tempo e o cachimbo do Vovô Joe e outros ensaios*. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

MACHADO, Ângelo. *O menino e o rio*. Belo Horizonte: Editora Lê, 1989.

_____. *O casamento da Ararinha-Azul: uma história de amor*. Belo Horizonte: Editora Lê, 1996b.

_____. *O dilema do bicho-pau*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

MANN, Thomas. *A montanha mágica*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2000.

NOVELLO, Mário. *Os sonhos atribulados de Maria Luíza*; uma alegoria da cosmologia e da física. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2000.

_____. *Os jogos da natureza*: a origem do universo, os buracos negros, a evolução das estrelas e outros mistérios da natureza; sonhos cósmicos de Maria Luíza. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

SAGAN, Carl. *O mundo assombrado pelos demônios*. A ciência vista como uma vela no escuro. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

_____. *Contato*; romance. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

_____. *Cosmos*. Editora Vila Rica, 1992.

WELLS, H.G. *A guerra dos mundos*. São Paulo: Nova Alexandria, 2000.

Obras didáticas

GERTZ, Susan. PORTMAN, Dwight J. SARQUIS, Mickey. *Teaching physical science through children's literature; 20 complete lessons for elementary grades*. Miami: Miami University Middletown, 1996.

STATION, Hilarie. McCARTHY, Tara. *Science and stories; integrating science and literature*. Goodyear Books, 1994.

Referências bibliográficas/ Bibliografia

ALMEIDA, Maria José P. M. QUEIROZ, Elizabeth C.L. Divulgação científica e conhecimento escolar: um ensaio com alunos adultos. *Caderno CEDES*, 41, ano 18, julho 1997, p. 62-68.

ALMEIDA, Maria José P. M. & GAMA, Liliane Castelões. Condições de produção numa leitura de divulgação científica. *Revista Cibéria*, ano 7, n. 26, jan/fev/mar 2006.

ALMEIDA, Miguel Osório. A vulgarização do saber. In: MASSARANI, Luisa. MOREIRA, Ildeu de Castro. BRITO, Fátima. *Ciência e público; caminhos da divulgação científica no Brasil*. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, UFRJ, 2002. p.65-72.

ALVES FILHO, José de Pinho. PINHEIRO, Terezinha de Fátima. PIETROCOLA, Maurício. A eletrostática como exemplo de transposição didática. In: PIETROCOLA, Maurício (org). *Ensino de física; conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001, p. 77-100.

BACHELARD, Gaston. *O novo espírito científico*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1995.

BARROS, Henrique Lins de. A cidade e a ciência. In: MASSARANI, Luisa. MOREIRA, Ildeu de Castro. BRITO, Fátima. *Ciência e público; caminhos da divulgação científica no Brasil*. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, UFRJ, 2002. p. 25-42.

_____. A imaginação na ciência. In: *O olho visionário; ensaio sobre arte, literatura e ciência*. Brasília: UnB, 1998, p. 37-53.

BARROS, Henrique Lins de. *A importância da divulgação científica*. s/d. (Mesa redonda, divulg. Rede Sesc Tv).

BOURDIEU, P. *O campo científico*. In: ORTIZ, Renato. *Pierre Bourdieu: sociologia*. São Paulo, Ática, 1983, pp.122-55.

CANDOTTI, Ennio. Ciência na educação popular. In: MASSARANI, Luisa. MOREIRA, Ildeu de Castro. BRITO, Fátima (orgs). *Ciência e público; caminhos da divulgação científica no Brasil*. Rio de Janeiro: Casa da Ciência; UFRJ, 2002, p. 15-24.

CAUSO, Roberto de Souza. *Ficção científica, fantasia e horror no Brasil*. 1875-1950. Belo Horizonte: UFMG, 2003.

CAVALCANTI, D.P. Utilização de material de divulgação científica em sala de aula. *Anais do I Encontro Regional de Ensino de Biologia - I EREBIO - Novo Milênio*, Novas Práticas Educacionais? Niterói: Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia, 2003.

CÉSAR, C.M. Implicações contemporâneas do mito. In: MORAIS, Regis de (org.). *As razões do mito*. Campinas, S.P.: Papirus, 1988.

CHARLOT, Bernard. *Os jovens e o saber*. Porto Alegre: Artmed, 2001.

CHEVALLARD, Yves. *La transposición didáctica; del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique, 1991.

COSTA, Andrea. DOMÉNECH, Graciela. Distintas lecturas epistemológicas en tecnología y su incidencia en la educación. *Enseñanza de las ciencias; historia y epistemología de las ciencias*, 2002, 20 (1), 150-165.

DAMÁSIO, R. Antônio. *O erro de Descartes; emoção, razão e cérebro humano*. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.

DELIZOICOV D.; ANGOTTI, José André ; PERNAMBUCO, Marta Maria . *Ensino de Ciências; fundamentos e métodos*. 2a. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2007. v. 1. 366 p.

DESTÁCIO, Mauro Celso. O jornalismo científico sob o olhar da experiência. In: KRENS, Glória. PAVAN, Crodowaldo (orgs). *Os donos da paisagem; estudos sobre divulgação científica*. São Paulo: ECA, USP, 2000.

DOMINGUES, Ivan (org). *Conhecimento e transdisciplinaridade II; aspectos metodológicos*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

DUARTE, Paulo Araújo. Carl Sagan: estudioso e divulgador da astronomia. In: *Textos*, disponível em <http://www.cfh.ufsc.br/~planetar/textos/sagan.htm> acesso em 10/-6/2007

ELIADE, Mircea. *Mito e realidade*. São Paulo: perspectiva, 2004.

FERREIRA, M.J.M. O uso da revista *Ciência Hoje das crianças* em aulas de ciências e a produção de textos científicos. *Anais do I Encontro Regional de Ensino de Biologia - I EREBIO - Novo Milênio, Novas Práticas Educacionais?* Niterói: Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia, 2001.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia dos sonhos possíveis*. (Ana Maria Araújo Freire, org). São Paulo, Unesp, 2001.

_____. *À sombra desta mangueira*. São Paulo: Editora Olho d'água, 2005.

GAMA, Liliane Castelões. *Divulgação Científica: leituras em classes de ensino médio*. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2005.

GOUVEA, M. C. S.; JINZENJI, Monica Yumi. Educar para moralizar/ discursos sobre educabilidade da criança pobre - 1820/1850. *Revista Brasileira de Educação*, Sao Paulo, v. 11, n. 31, p. 114-131, 2006.

GRANGER, Gilles-Gaston. *A ciência e as ciências*. São Paulo: UNESP, 1994.

HALLIDAY, M.A.K. MARTIN, J.R. *Writing science; literacy and discursive power*. Pittsburgh: university of Pittibusgh Press, 1993.

HUME, David. *Tratado da natureza humana; uma tentativa de introduzir o método experimental de raciocínio nos assuntos morais*. São Paulo: Unesp, 2001.

GOUVÊA, G. O uso de jornais e revistas de divulgação científica no ensino de ciências. *Atas do XII Simpósio nacional de Ensino de Física*. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Física, 1997.

KUHN, S. Thomas. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1998.

LATOOUR, Bruno. *A vida em laboratório*. São Paulo: Relume-Dumará, 1999.

LATOOUR, Bruno. *A esperança de Pandora: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos*. Bauru, SP: EDUSC, 2001.

MACHADO, Ângelo. Os dois lados de Ângelo Machado (entrevista). In: MASSARANI, Luisa. MOREIRA, Ildeu de Castro. BRITO, Fátima (orgs). *Ciência e público; caminhos da divulgação científica no Brasil*. Rio de Janeiro: Casa da Ciência; UFRJ, 2002. p.143-154.

_____. Literatura, ciência e natureza. Entrevista concedida a Cláudio Teles e Roberto de carvalho. *Presença Pedagógica*, 1996, v2, n. 7, p. 5-13.

MASSARANI, Luisa. MOREIRA, Ildeu de Castro. BRITO, Fátima (orgs). *Ciência e público; caminhos da divulgação científica no Brasil*. Rio de Janeiro: Casa da Ciência; UFRJ, 2002.

MASSARANI, Luíza. TURNEY, Jon. MOREIRA, Ildeu de Castro. *Terra incógnita; a interface entre ciência e público*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2005.

MARANDINO, Martha. Da transposição didática à recontextualização: sobre a transformação do discurso científico na elaboração de exposições de museus. (mimeo).

_____. *O conhecimento biológico nas exposições de museus de ciências: análise do processo de construção do discurso expositivo*. São Paulo, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2001. (Tese de doutorado).

MARQUES, Maria Helena Duarte. *Iniciação à semântica*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

MARTINS, Isabel. NASCIMENTO, Tatiana Galieta. ABREU, Teo Bueno. Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica. *Investigações em ensino de Ciências*. Rio Grande do Sul, vol.9, n.1, jul

2004. In: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol9/n1/vol9_n1_a4.htm. Acessado em 09/04/2005.

MATURANO, Carla. Et alli. Estratégias cognitivas y metacognitivas em la comprensión de un texto de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 2002, 20 (3), 415-425.

MATURANO, Carla. MAZZITELLI, Cláudia. MAZÍAS, Ascension. *Los estudiantes verifican la consistência interna de los textos científicos o retienen la primera información que leem?* In: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol8/n1/v8_n1_a4.htm acessado em 09/04/2005.

MATTHEWS, M. - History, Philosophy and Science Teaching : The Present Rapprochement, *Science & Education*, 1(1), 11-47, 1992. Trad. em *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(3), 164-214, 1995.

MCEWAN, Ian. As portas da compreensão. *Folha de São Paulo*, Caderno Mais!, 23 de abril de 2006, p. 4-5.

MECKE, Klaus R. A imagem da literatura. *Gazeta Física*. Sociedade Portuguesa de Física, vol. 27, fasc. 4, 2004. <http://nautilus.fis.uc.pt/gazeta/>. Acessado em 02/08/2005.

MIGLIAVACCA, Eva Maria. Jogo de opostos: uma aproximação à realidade mental através do mito de Dionísio. *Psicologia USP*, vol 10, n.1, São Paulo, 1999, In: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65641999000100015&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt acessado em 11/11/2006.

MORA, Ana Maria Sánchez. *A divulgação da ciência como literatura*. Rio de Janeiro: Casa da Ciência/ UFRJ, Editora UFRJ, 2003.

MOURA, Tarcísio. O mito, a matriz da arte e da religião. In: MORAIS, Regis de. *As razões do mito*. Campinas, Papirus: 1998.

MORTIMER, Eduardo Fleury. CHAGAS, Alexandre Nilson. ALVARENGA, Vera Tamberi. Linguagem científica versus linguagem comum nas respostas escritas de vestibulandos. http://if.ufrgs.Br/public/ensino/vol3/n1/v3_n1_al.htm acessado e, 16/12/99, p. 1-12.

OGBORN, KRESS, MARTINS Y MAcGILLICUDDY. *Formas de explicar*. La enseñanza de las ciencias en secundaria. Madrid, 1998.

OLIVA, Alberto. Ceticismo metacientífico: aprender sem jamais conhecer. *Episteme*, Porto Alegre, n. 9, p. 19-45, jul/dez 1999.

OLIVEIRA, Marta Kohl. REGO, Teresa Cristina. Vygotsky e as complexas relações entre cognição e afeto. In: ARANTES, Valéria Amorim (org). *Afetividade na escola; alternativas teóricas e práticas*. São Paulo: Summus Editorial, 2003, p. 13-34.

PARREIRAS, Ninfa. Parecer 2 – O dilema do bicho-pau. Fundação Nacional do livro Infantil e juvenil. *Informativo Acervo Básico Anual FNLIJ*, 1998. Disponível em: http://www.fnlij.org.br/livros2/o_dilema_do_bicho_pau.htm acesso em 02/05/2007.

PIETROCOLA, Maurício; CUPANI, A. A relevância da epistemologia de Mario Bunge para o Ensino de Ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 97-122, 2002.

PEREIRA, Júnia Sales. *A escultura da raça; juventude e eugenia no Estado Novo*. Belo Horizonte, UFMG, 1999 (Dissertação de Mestrado em História).

PIASSI, L. P. C. Ficção científica no ensino de física: utilizando um romance para desenvolver conceitos. In: XVI *Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2005, Rio de Janeiro. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Paulo, Anais, Sociedade Brasileira de Física, v. 1, 2005, p.1-1.

PINKER, Steven. *Tabula rasa; A negação contemporânea da natureza humana*. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.

PINTO, Gisnaldo Amorim. *Análise retórica de livros didáticos: o caso da evolução biológica*. (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

POPPER, Karl, *La logica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos, 1973.

POPPER, Karl, *conocimiento objetivo*. Madrid: Tecnos, 1982.

POPPER, Karl. *O realismo e o objetivo da ciência*. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1987.

RAMOS, Jorge Manuel Nunes. *O governo de si mesmo*. Universidade de Lisboa, 2002. (Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação, Vol.II, Tese de Doutorado).

REGO, Teresa Cristina. *Memórias de escola; cultura escolar e constituição de singularidades*. Petrópolis: Vozes, 2003.

REIS, José. O que é divulgação científica? In: NJR – Divulgação científica, science popularization. <http://www.eca.usp.br/nucleos/njr/> . Acessado em 18/06/2005.

RIBEIRO, Francisco Aurélio. Parecer 1 – O dilema do bicho-pau. Fundação Nacional do livro Infantil e juvenil. *Informativo Acervo Básico Anual FNLIJ*, 1998.

Disponível em http://www.fnlij.org.br/livros2/o_dilema_do_bicho_pau.htm acesso em 02/05/2007.

SALÉM, Sônia. KAMAMURA, Maria Regina. O texto de divulgação e o texto didático: conhecimentos diferentes? *Atas do V Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física* (1996). Belo Horizonte: UFMG/CECIMIG/Sociedade Brasileira de Física, 1997. p. 588-598.

SHAMOS, Morris. *The myth of scientific literacy*. Rutgers University Press: USA, 1995.

SAUL, WENDY (ed). *Crossing borders in literacy and science instruction*. USA, Arlington: National Science Teachers Association, 2004.

SLOWIK, Edward. Muty, music, and science: teaching the philosophy of science through the use of non-scientific examples. *Science and Education*, 12: 289-302, 2003.

SNOW, C.P. *As duas culturas*. Lisboa: Editorial Presença, 1995.

SNOW, C.P. *As duas culturas e uma segunda leitura*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

SUTTON, Clive. Ideas sobre la ciência e ideas sobre el lenguaje. *Alambique*. Didactica de las ciencias experimentales.n. 12,, p. 8-32, abr 1997.

TEIXEIRA, Mônica. Pressupostos do jornalismo de ciência no Brasil. In: MASSARANI, Luiza. MOREIRA, Ildeu de Castro. BRITO, Fátima. (orgs). *Ciência e público; caminhos da divulgação científica no Brasil*. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, 2002, p. 133-141.

VALADARES, Eduardo de Campos. *Física mais que divertida*. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2000.

VASCONCELOS, Maria Lúcia Marcondes Carvalho. BRITO, Regina Helena Pires de. *Conceitos de educação em Paulo Freire*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.

VOGT, Carlos. POLINO, Carmelo (orgs). *Percepção pública da ciência; resultados da pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai*. Campinas/ São Paulo: Editora da Unicamp; São Paulo, SP: Fapesp, 2003.

VILANI, Alberto. O professor de ciências é como um analista? *Ensaio*, vol.1, n.1, set. 1999, p. 5-28.

ZAMBONI, Lílian Márcia Simões. *Cientistas, jornalistas e a divulgação científica; subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica*. Campinas, SP: Autores Associados, 2001.

ZANETIC, João. *Física também é cultura*. Tese de doutorado. São Paulo, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1990.

_____. Física e literatura: uma possível integração no ensino. In: *Caderno Cedes*, 41, ano XVIII, jul 1997, p. 46-61.

_____. Literatura e cultura científica. In: ALMEIDA, Maria José Pereira de. SILVA, Henrique César da. *Linguagens, leituras e ensino da ciência*. Campinas, SP: Mercado das Letras, 1998, p. 11-36.

ZYLBERSZTAJN, A. ; FRANCO, C. GILBERT, J. K. ; PIETROCOLA, M. . Science and Education: Notions of Reality, Theory and Model. In: John K. Gilbert; Carolyn J. Boulter. (Org.). *Developing Models in Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000, p. 19-40.

ZYLBERSZTAJN, A; CRUZ, S. M. S. S. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. . In: Maurício Pietrocola. (Org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

ANEXOS

ANEXO 1 – Entrevista – “Literatura, ciência e natureza”, Ângelo Machado”⁵²

Em seus textos de literatura e teatro infantil, o senhor costuma fazer divulgação de ciência. Como o senhor vê a utilização de meios artísticos para transmitir informações científicas?

Há especialistas em literatura infantil que acham que o texto literário deve ser puramente ficcional. Há, aliás, uma avaliação apriorística de que a literatura que ensina não é boa. Penso que isso é um preconceito como qualquer outro. Há coisas na realidade que são muito interessantes e que podem ser aproveitadas no texto de ficção. Em meu livro *O esquilo esquecido*, por exemplo, o animal pega duas castanhas, como uma e esconde a outra pra comer depois. Ele esquece onde a escondeu, procurando-a por toda parte, pergunta a vários bichos e, como nenhum deles a encontrou, ele vai embora. O lenhador corta a mata e, quatro anos mais tarde, quando o esquilo volta àquele local, há uma linda castanheira no meio das árvores cortadas. Emocionado, ele exclama: “Achei minha castanha!”. A propósito dessa história, uma professora me disse: “Professor, que delicadeza de imaginação!”. Não é delicadeza de imaginação, não; o esquilo faz isso mesmo, é pura realidade. Eu não criei, apenas enfeitei a realidade. O papel ecológico do esquilo, como também o da cutia e outros roedores, é dispersar sementes pela mata. Pois bem, parti de um fato ecológico relevante e montei um livro. Aí tem ficção, os bichos falam, mas o resto é a realidade.

O senhor se inspirou em outros autores para promover esse casamento entre ficção e ciência?

⁵² Entrevista concedida a Cláudia Teles e Roberto B. de Carvalho, publicada em *Presença Pedagógica*, jan/fev. 1996, n.7, vol.2. p.5-13. Reprodução parcial.

Quem começou a fazer isso foi Monteiro Lobato, o maior de nossos autores de textos infantis. Não só em seus livros informativos, como Geografia de Dona Benta, mas também em Reinações de Narizinho, em que a Emília mostra como é uma colméia de abelhas. Outro defeito comum nos textos de literatura infantil é o pressuposto equivocado de que a criança é meio boba. Ao contrário, elas são espertíssimas, distinguindo muito bem ficção e realidade. Para evitar algum tipo de equívoco, costumo colocar no final dos meus livros um texto explicativo que permite ao leitor separar as duas coisas.

Há muitos autores de literatura infantil associando literatura e educação ambiental. Isso pode ser perigoso do ponto de vista da qualidade literária?

Os ambientalistas se julgam na obrigação de conscientizar as crianças sobre meio ambiente e ecologia. Essa obrigação deve de fato existir. Mas muito começam a escrever literatura com o objetivo primário de ensinar ecologia e, às vezes, não conseguem articular bem a coisa. O resultado é má literatura. Penso que o objetivo principal da literatura seja o de desenvolver o prazer, o gosto pela leitura. Trata-se de um momento fundamental, que marca se ela irá ou não ler quando crescer. Mas nem em nome da ecologia, da conservação da natureza, um escritor tem o direito de aborrecer uma criança com um livro chato, feito só para ensinar coisas. A criança pode não aprender nada e ficar com raiva, tanto de ecologia quanto de livros. É preciso ter muito cuidado. Alguns têm uma habilidade especial para fazer com que o conhecimento, a informação, venha naturalmente, fazendo com que a criança aprenda sem saber que está aprendendo. O conceito vem associado e reforçado psicologicamente pelo conteúdo lúdico, pelo prazer que a leitura produz. Há preconceito tanto em dizer que o livro infantil tem que informar, quanto em dizer que ele não tem que informar. Na realidade, o que existe é boa ou má literatura.

O que se pode fazer de modo criativo para que as crianças se interessem por ciência e ecologia?

O que posso sugerir é uma política geral, que é a que recomendo para crianças de cinco, seis anos, partindo da experiência, do ambiente, da vivência, para em seguida teorizar; às vezes nem para teorizar, mas para internalizar. Sempre digo, em minhas palestras sobre educação ambiental, que se protege a natureza por duas razões: por amor ou por temor. Por amor é simplesmente gostar: o menino gosta, o adolescente curte a natureza. Por temor é quando aquele indivíduo que já ouviu falar em desequilíbrio ecológico teme que a poluição traga doenças, teme as enchentes e as conseqüências do desmatamento. Para esse indivíduo respeitar a natureza, ele tem que conhecer alguns princípios ecológicos. É necessário, portanto, que haja um componente cognitivo para induzir esse respeito. No caso das crianças, o componente afetivo pode ser muito mais eficaz nessa tarefa. Quanto menor a criança, mais se deve explorar o lado afetivo, levando-a, por exemplo, para tomar um banho de cachoeira ou para passear na trilha de um parque. Ali se pode observar muitos aspectos da natureza e das relações entre animais e plantas. Acredito que desse modo se consegue, sem muita dificuldade, fortalecer o sentimento de amor e respeito da criança pela natureza. Só depois disso é que se deve ir pelo caminho teórico da ecologia. É, a meu ver, a teoria geral do ensino de ciências ambientais na escola: partir da observação, da vivência e da experiência para se chegar ao domínio cognitivo.

ANEXO 2 – Entrevista - “Os dois lados de Ângelo Machado⁵³”

Só em 2001 você lançou três novos livros infanto-juvenis. Por favor, fale sobre eles.

⁵³ Entrevista concedida a Luíza Massarani e Ildeu de Castro Moreira, em junho de 2001. Reprodução parcial. In: MASSARANI, Luisa. MOREIRA, Ildeu de Castro. BRITO, Fátima. *Ciência e público*; caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002, p. 143-153.

O mais recente foi *Douradinho Douradão rio abaixo rio acima* (Editora Miguilim), que é de fundo ecológico. Entretanto, como todos os meus livros, o objetivo principal não é divulgar ou ensinar, mas, sim, desenvolver na criança o prazer e o hábito de leitura. Em segundo lugar, estão aspectos relacionados à educação ambiental, nesse caso, à conservação de peixes da piracema, em especial o dourado. O livro tem muita aventura e um final feliz. De maneira lúdica, mostra que é possível conciliar o desenvolvimento com a conservação e como uma comunidade pode lutar por um meio ambiente sadio e ecologicamente equilibrado. Só que, nesse caso, a comunidade é constituída de peixes.

Como surgiu sua nova linha de livros com veio mais histórico como O tesouro do Quilombo?

Dois anos antes da comemoração dos 500 anos, a Nova Fronteira me encomendou um livro para adolescentes no cenário do descobrimento. Assumi um compromisso com eles sem ter a menor idéia do que iria escrever. Foi então que, ao ler a carta de Pero Vaz de Caminha, percebi que me ensinaram a história errada. Cabral tinha deixado no Brasil apenas dois degredados. Eu ficava indignado com a professora quando ela dizia que o Brasil foi colonizado por dois assassinos. Mas encontrei na carta um trecho no qual Caminha relata que ficaram também dois grumetes que fugiram do navio, ou seja, ficaram também dois adolescentes. Era o gancho que eu precisava.

O livro (os fugitivos da esquadra de Cabral) relata quem eram os grumetes, por que fugiram e o que aconteceu com eles. Deu muito trabalho de pesquisa histórica, além de estudos sobre mitologia e religião Tupiniquim. Até tupi arcaico tive que estudar um pouco, pois o herói indígena só falava tupi. Mas como isso estava dando muito trabalho, “fiz” o herói português aprender tupi bem depressa. Quando estive no programa do Jô Soares falando sobre Os fugitivos, ele me perguntou: “Eu soube que você teve que aprender tupi para fazer esse livro?” Eu

respondi: “Aprendi um pouco, mas já esqueci tudo. Não encontrei ninguém para conversar. Sem conversação é difícil. Mataram os índios todos!”. O livro mistura a história do descobrimento com ficção. Por que os dois grumetes fugiram ninguém sabe. Então, inventei que eles descobrem um complô financiado pelos muçulmanos para matar Pedro Álvares Cabral. São pegos com a boca na botija e fogem perseguidos pelos assassinos. O livro tem vários ingredientes que os adolescentes gostam: mistério, aventura, amizade, amor, conflito e até um pouco de erotismo. O mistério começa já na primeira página! Do ponto de vista de divulgação de história e ciências, o leitor aprende os fatos principais sobre o descobrimento e um grande número de informações sobre a cultura dos índios tupis do litoral, bem como sobre os animais e plantas da Mata Atlântica.

Como foi a aceitação de Os fugitivos da esquadra de Cabral? Adolescente é um público difícil de conquistar, não?

Esse talvez tenha sido o meu livro de maior sucesso. A Nova Fronteira soube lançá-lo na época certa e, por sorte, o Jô me convidou para falar sobre ele quando as comemorações do descobrimento estavam no auge. Na semana seguinte esgotou uma edição e o livro entrou nas listas dos mais vendidos nos principais jornais, inclusive na revista Veja. Hoje está na terceira edição e tem sido adotado em colégios de todo o Brasil, nos quais frequentemente vou discuti-lo com os jovens.

Como você vê a relação entre ciência e ficção?

Acho extremamente rica essa discussão. Há uma corrente na literatura infantil que diz que o livro infantil não deve ensinar nada; se ensinar, deixa de ser literatura. Meu ponto de vista é diferente: o livro não deve, mas pode ensinar. Às vezes, a realidade é mais interessante ou poética do que a ficção. Em meus livros infanto-

juvenis, procuro misturar as duas coisas, mas sempre no final há um capítulo que permite ao leitor separar o real do ficcional. Assim, o livro que é de literatura serve também para divulgar ciência. Mas, para muitos, ciência e literatura são incompatíveis. Meu livro “*O menino e o rio*” (Editora Lê) foi criticado, pois disseram que eu o usei para “ensinar nome científico de libélula”. Mas existem cinco mil libélulas no mundo e eu só dei o nome de duas. Os nomes são bonitos: Hetaerina e Argia. A crítica literária é sempre um tanto subjetiva, pois não existem critérios tão definidos como os que existem para julgamento dos trabalhos científicos.

Como os seus colegas cientistas encaram essa sua vertente de escritor? Existe algum tipo de resistência?

Todos encaram com muita simpatia especialmente a idéia de divulgar ciência para crianças por meio da literatura e do teatro. Mas quando faço textos de humor para adultos começam a aparecer os preconceitos. Um professor titular da UFMG me disse: Vi você no Jô falando sobre aquele livro do Cabral. Foi muito bom. Sabe que tem um homônimo seu escrevendo umas frases de humor muito interessantes na revista *Bundas*? Ele levou o maior susto quando soube que era eu mesmo que escrevia na *Bundas*! Ele achava a revista inteligente, escrita por autores inteligentes, mas na cabeça dele não podia aceitar que um colega seu da universidade escrevesse em uma revista com o nome *Bundas*. O pior foi quando escrevi para a *Playboy* um texto sobre “As dez dicas para sobreviver em um coquetel com bufê escasso”. Muitos não gostaram. Houve um colega que comentou com ironia: “Soube que você apareceu na *Playboy*?”. “Apareci sim, respondi”. “Pelado?”, ele perguntou. Já que era gozação, eu não deixei por menos: “Não, eu cedi meu direito de sair pelado para aquelas gêmeas, as Agazetes”.

Voltando à sua pergunta, talvez algum colega ache que eu não deveria escrever em revistas como *Bundas* e *Playboy*. Seria falta de “decoro universitário”, mas eu não estou nem aí. No caso do emprego do teatro e da literatura para divulgar

ciência, os aplausos são generalizados, mas isso às vezes me chateia, porque meu objetivo principal não é divulgar ciência, mas desenvolver na criança o gosto pela leitura. A leitura precisa ser prazerosa. Se o menino não gostar, fracassei. É um risco muito grande falar sobre temas ecológicos num livro chato, pois a criança vai ter raiva de livro e de ecologia. Aí surge a pergunta: como sei se a criança gostou do livro? Até os quatro anos de idade, é muito fácil. Se ela gostou, ela pede para ler de novo, de novo, até os pais não agüentarem mais. Ao contrário dos adultos, se uma criança não gosta de um livro, ela fala na bucha. Essa espontaneidade das crianças torna a literatura infantil especialmente gostosa. Um dos momentos mais gratificantes de minha carreira de escritor foi quando uma aluna minha da universidade disse que o livro mais importante de sua infância tinha sido *O menino e o rio*. Fiquei tão alegre que nem percebi o lado ruim desse caso: já estou ficando velho.

[O senhor escreve mais para crianças] por que acha importante ou por que gosta mais?

As duas coisas. Gosto e acho importante. Acho bacana um menino gostar de um livro meu. Eu me realizo com isso. É mais importante porque, como disse, estamos formando novos leitores, formando gente com mentalidade indagativa. Outro dia, disse a um amigo meu, que é escritor para adultos: “Literatura infantil é muito mais importante do que a de adultos”. Ele não concordou. Argumentei: “É! Se um menino achar chato os livros que escrevemos, toma raiva de livro e, quando crescer, nunca vai ler os seus”. Estou convencido de que temos que criar viciados em livros de todos os tipos. Por exemplo, a maioria das editoras não gosta de publicar livros de poesia para criança, pois vende pouco. Existe a crença de que a criança não gosta desse tipo de livro e talvez seja verdade. Então, o que é que eu faço? Mistura prosa e verso dentro de uma narrativa atraente para a criança. Já fui criticado porque faço poemas “clássicos”, com métrica e rima! Acho mais fácil as crianças gostarem desse tipo de poema. Eles são mais sonoros. É

um problema de dosagem. A partir de poemas clássicos, pouco a pouco, elas chegarão também do “meio do caminho” onde “tem uma pedra”.

O Brasil tem história na literatura infantil de boa qualidade, como Monteiro Lobato. Na matemática, tem o Malba Tahan. Você acha que isso o influenciou?

Malba Tahan é um gênio, porque conseguiu divulgar a coisa mais hermética que é a matemática. No entanto, quem me influenciou mais foi minha tia Lúcia Machado de Almeida, quando, há 40 anos, publicou a *História da borboleta Atíria*. É uma história de mistério em que os personagens são insetos. Naquela época, eu estava começando a gostar de entomologia. Depois da história pronta, tia Lúcia me pediu para dar uma lida e ver se estava tudo certo. Naquela época, ela já divulgava ciência por meio da literatura como também fez Monteiro Lobato. Assim, acho que Lobato e Lúcia Machado de Almeida foram os pioneiros da divulgação científica no Brasil usando a literatura. Ambos usam o humor numa trama de aventuras. O humor é um ingrediente essencial. Não consigo entender literatura infantil sem aventura, poesia e humor.

ANEXO 3

1. Breve Bio-bibliografia de Ângelo Machado

Ângelo Machado, 72, é formado em medicina pela UFMG. Sempre se dedicou à pesquisa científica e ao ensino, tanto no Brasil como no exterior. Foi professor titular de neuro-anatomia na UFMG até 1987, quando se aposentou. Atualmente é professor-adjunto de zoologia na mesma universidade. Sua experiência científica lhe deu renome internacional. Dedicou-se ao estudo das libélulas e é reconhecido pelas suas atividades em educação ambiental e conservação da natureza. Foi presidente da Associação Biodiversitas, coordenador científico da sucursal mineira da revista *Ciência Hoje*, e é membro da Academia Brasileira de Ciências, sendo também autor de inúmeros artigos científicos e livros especializados.

Seu primeiro livro de divulgação científica como literatura intitula-se “*O menino e o rio*”, pela Editora Lê, publicado em 1989. Desde então, o autor dedica-se proficuamente à produção literária, que hoje conta com mais de 30 obras voltadas ao público infanto-juvenil sendo que várias delas foram re-editadas e outras receberam adaptação para o teatro. É autor de coleções paradidáticas, como é o caso das coleções “Gente tem, bicho também”, Editora Nova Fronteira e também “Que bicho será?”, da mesma editora⁵⁴.

Sobre o livro “*O dilema do bicho-pau*”

Segundo o autor, a história foi originalmente contada às crianças da creche da Universidade Federal de Minas Gerais. Em 1998, a obra recebeu o Certificado de Altamente Recomendável da Fundação Nacional do Livro Infantil e Juvenil, com os pareceres abaixo reproduzidos, publicados no Acervo Básico Anual -

⁵⁴ Adaptação de Biografia constante da orelha do livro *O menino e o rio*, Ângelo Machado, Editora Lê, 1989.

Informativo - FNLIJ – 1997, disponíveis na home-page da FNLIJ, tendo também recebido o prêmio de Excelência gráfica pela ABIGRAF.

PARECER 1 – Francisco Aurélio Ribeiro (reprodução integral)

“Ângelo Machado é um ecologista que, além de todas as suas funções científicas, consegue transmitir às crianças o seu amor pela natureza, através das histórias que conta, sempre a partir de dados concretos da realidade, mas buscando a liberação do imaginário infantil, pela fantasia.

O ***Dilema do bicho-pau*** é a história desse bicho curioso, parente dos grilos e das esperanças, e que se confunde com um graveto, no curioso processo de "mimetismo" que muitos seres usam, na natureza, para escapar de seus predadores.

O bicho-pau dessa história de Ângelo Machado é muito curioso e tudo pergunta a sua mãe. Quando criança, seu maior desejo era ser lápis-de-cor. Adulto, resolveu sair de casa, para conhecer o mundo, tentando solucionar a dúvida que sempre tinha: "era bicho ou pau"?

Em alguns momentos, o texto narrativo dialoga com o leitor, convidando-o a descobrir o protagonista no seu habitat. As ilustrações de Raquel Lourenço, naturalistas, buscam reproduzir o colorido da natureza descrita ou sugerida no texto. Para fugir do passarinho, seu maior inimigo, o bicho-pau confunde-se com os galhos e sente-se feliz por isso. Da mesma maneira procede com os mico-leões e com a cozinheira, que busca lenha para o fogo. Mas aí, se dá mal e é salvo pela menina, que se torna sua amiga. Sua conclusão é que, às vezes é bom ser bicho e, às vezes, é bom ser pau.

Em ***O bicho-pau***, Ângelo Machado realiza uma obra informativa, sem perder a magia e o encantamento tão necessários à fantasia infantil. A linguagem clara, límpida, dialogada, tornam o livro de agradável leitura, que "diverte, ensinando". Ao mesmo tempo que o leitor, criança ou não, acompanha a história do personagem principal, aprende, também, a vivenciar os seus dilemas no mundo e a necessidade de ora "ser bicho", ora "ser pau".

PARECER 2 – Ninfa Parreiras (reprodução integral)

“Em ***O Dilema do bicho-pau***, Angelo Machado, escritor e cientista, trata de uma questão voltada para o meio ambiente, que é a tônica da obra deste autor. A história mostra a vida de um inseto que se parece um pau e vive às voltas para se salvar do ataque de outros bichos. Utilizando recursos de brincadeiras, o autor cria situações inusitadas em que se passa por pau ou por inseto, de acordo com o que lhe convém.

Com uma linguagem divertida, é trabalhado o fenômeno do mimetismo, que um animal fica parecido com outro ou fica disfarçado no meio ambiente para se proteger. Mais do que introduzir elementos da biologia em seu texto, o autor trabalha aspectos muito discutidos na mídia e na educação, voltados para a preservação do meio ambiente, para o respeito aos animais. E para a criança aprender isso, nada melhor que vivenciá-los pela leitura do texto literário, pelas vias do imaginário.

Nota-se aqui a dialética do olhar e do ser olhado, quando no primeiro momento o bicho olha o ser humano e, posteriormente, quando é olhado por ele - a menina que o salva de ser queimado. Esses dois olhares diferentes revelam pontos de vista enriquecedores para a leitura que pode desencadear a discussão de questões como a ameaça e a defesa tão bem trabalhadas na obra.

Na impressão do livro são explorados diferentes tons de verde, que compõem uma plástica bonita, cheia de vida. As ilustrações são realistas, ocupando páginas inteiras que por vezes servem de fundo para os textos. O movimento e a sensibilidade do inseto são reproduzidos pela ilustradora que também faz mimetismos com as imagens. O leitor se encontra diante da tarefa de descobrir o bicho-pau entre gravetos na árvore ou no chão.

Na composição de cenas que envolvem ora os bichos, ora as plantas, ora os humanos, a artista se esmera em detalhes peculiares ao universo de cada um desses seres vivos, como se respeitasse as diferentes formas que os constituem. A busca da identidade, tão bem abordada no texto, está presente nas ilustrações que colocam a criança diante do ser diferente (bichos, animais) e também do que é bicho e parece pau, ou o contrário - são aspectos facilitadores da constituição de sua subjetividade, em contato com o outro”.

Pareceres disponíveis em:
[http://www.fnli.org.br/livros2/o dilema do bicho pau.htm](http://www.fnli.org.br/livros2/o_dilema_do_bicho_pau.htm) acesso em 02/05/2007.

Outras obras de Ângelo Machado

1. *O menino e a rã*, editora Melhoramentos, (infantil)
2. *O tesouro do Quilombo*, Nova Fronteira, 2001. (juvenil)
3. *A outra perna do Saci*, Nova Fronteira, 2001. (infantil)
4. *A festa de aniversário da Aline*, Nova Fronteira, 2003. (infantil)
5. *O rei Careca*, Nova Fronteira, 2003. (infantil)
6. *O menino e o rio*, Editora Lê, 1989.(juvenil)
7. *O casamento da Ararinha Azul*, Editora Lê, (juvenil)
8. *A barba do velho da Barba*, Editora Lê, (infantil)

9. *O velho da Montanha; uma aventura amazônica*, Melhoramentos, 1997. (infantil)
10. *Nariz*, Nova Fronteira, 2004. (infantil)
11. *Olho*, Nova Fronteira, 2004. (infantil)
12. *Garganta*, Nova Fronteira, 2004. (infantil)
13. *Dente*, Nova Fronteira, 2004. (infantil)
14. *Língua*, Nova Fronteira, 2004. (infantil)
15. *Chapeuzinho Vermelho e o Lobo Guará*, Editora Melhoramentos, 2002. (juvenil)
16. *O esquilo esquecido*, Nova Fronteira, 2006. (infantil)
17. *O dilema do bicho-pau*, Nova Fronteira, 1997. (infantil)
18. *Os fugitivos da esquadra de Cabral*, Nova Fronteira, (juvenil)
19. Coleção Que Bicho Será? - Que bicho será que botou o ovo? (Infantil)
20. Coleção Que Bicho Será? - Que bicho será que fez a coisa? (Infantil)
21. Coleção Que Bicho Será? - Que bicho será que fez o buraco? (Infantil)
22. Coleção Que Bicho Será? - Será mesmo que é bicho? (Infantil)
23. Coleção Que Bicho Será?- Que bicho será que a cobra comeu? (Infantil)

ANEXO 3.

2. Breve Bio-bibliografia de Cástor Cartelle Guerra

Cástor Cartelle possui graduação em Ciências Biológicas pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (1976), graduação em Filosofia pela Faculdade de Filosofia Nossa Senhora Medianeira (1963), mestrado em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1978) e doutorado em Morfologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (1992). Foi professor da Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências.

Atualmente é curador da coleção de paleontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Conselheiro do Conselho de Política Ambiental de MG, Conselheiro do Fundação Zoobotânica, Membro titular do

Fundação de meio ambiente do Estado de MG e Presidente da Fundação Biodiversitas. Tem experiência na área de Zoologia, com ênfase em Paleozoologia⁵⁵.

Sobre a obra *Meninos da planície; histórias de um Brasil antigo*

É a única obra do autor dedicada ao público infanto-juvenil, com perfil literário. Foi escrita, segundo relata no livro, a partir de um profícuo diálogo com um colega de profissão, que teria, contudo, relutado em permitir a publicação do livro. Temos notícia de utilização da obra em escolas públicas e particulares da região metropolitana de Belo Horizonte desde a sua publicação, algumas delas com a presença do autor, durante os trabalhos de acompanhamento da leitura pelos estudantes.

3. Breve Bio-Bibliografia de Carl Sagan

Carl Edward Sagan, astrônomo e biólogo, nasceu em New York, Estados Unidos, em 9 de novembro de 1934. Em 1960, obteve o título de doutor pela Universidade de Chicago. Dedicou-se à pesquisa e à divulgação científica. Em 1968, foi para a Universidade de Cornell, onde dirigiu o Laboratório de Pesquisas Planetárias. (...) Chefiou as expedições das sondas americanas *Mariner* e *Viking*, pioneiras na exploração do sistema solar e foi incentivador dos grandes projetos de rastreamento do cosmos em busca de “sinais de alienígenas”, pois acreditava que as chances da humanidade captar algum sinal desta natureza aumentam a cada ano com o barateamento e o refinamento das tecnologias. Editou, dentre outros, o livro "Cosmos" e logo depois a série televisiva com o mesmo nome, voltada para o grande público. (...) Foi consultor e conselheiro da NASA desde os

⁵⁵ Adaptado do currículo Lattes do autor, In: <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=K4783080Z6> acessado em 10/06/2007.

anos 50, trabalhou com os astronautas do Projeto Apollo antes de suas idas à Lua, como ainda participou dos projetos da *Mariner*, *Viking*, *Voyager*, e das missões da sonda *Galileo*. Fez estudos que ajudaram a entender os mistérios das altas temperaturas de Vênus, as mudanças sazonais de Marte e a névoa avermelhada de Titã (satélite de Saturno), que deve possuir moléculas orgânicas complexas.

Por seu trabalho, recebeu numerosos prêmios de reconhecimento, inclusive o prêmio mais alto da Academia Nacional de Ciências. Foi eleito presidente da Divisão de Ciências da Sociedade Astronômica americana, presidente da Seção de Planetologia da União Geofísica americana e presidente da Seção de Astronomia da Associação americana para o avanço da ciência. Juntamente com o Astrônomo Frank Drake, foi também editor, por 12 anos, da revista *Icarus*. Foi co-fundador e presidente da Sociedade Planetária e ainda Cientista Visitante Distinto no Laboratório de jato-propulsão da NASA. Recebeu 22 títulos *honoris causa* de universidades americanas.

Seu último livro foi *O Mundo Assombrado Pelos Demônios* - a ciência vista como uma vela no escuro, no qual demonstra nítida preocupação com o espaço cada vez maior ocupado, nos meios de comunicação, pelas explicações pseudo-científicas e místicas.

Carl Sagan morreu no dia 20 de dezembro de 1996. “Quando morreu, Carl Sagan era professor de astronomia e ciências espaciais na Cornell University e cientista visitante no Laboratório de Propulsão a Jato do Instituto de Tecnologia da Califórnia” (In: contracapa de *Contato*, Companhia das Letras).

Texto adaptado de: DUARTE, Paulo Araújo. Carl Sagan: estudioso e divulgador da astronomia. In: *Textos*, disponível em <http://www.cfh.ufsc.br/~planetar/textos/sagan.htm> acesso em 10/-6/2007.

Outras obras de Carl Sagan

1. *O mundo assombrado pelos demônios*; a ciência como uma vela no escuro, Companhia das Letras

2. *Pálido ponto azul*, Companhia das Letras
3. *Bilhões e bilhões*, Companhia das Letras, obra póstuma (Ann Druyan)
4. *Cosmos*, Vila Rica, 1992.
5. *Os dragões do Éden*, Lisboa: Gradiva, 1992.
6. *O romance da ciência (O cérebro de Broca)*

Sobre a obra Contato

Carl Sagan relata que o livro Contato “nasceu de um roteiro de cinema que Ann Druyan e eu [o autor] escrevemos em 1980-1981”. A obra foi levada às telas do cinema posteriormente à morte do autor, em 1996.

4. Breve Bio-bibliografia de Arthur Clarke

Arthur Charles Clarke nasceu em Minehead, Somerset, em 1917. Escritor britânico, autor de obras de divulgação científica e de ficção científica. Durante a Segunda Guerra Mundial, serviu na Força Aérea Real britânica como especialista em radares, envolvendo-se no desenvolvimento de um sistema de defesa por radar. Depois, estudou Física e Matemática no “*King's College*” de Londres. Talvez sua contribuição de maior importância seja o conceito de *satélite geoestacionário* como futura ferramenta para desenvolver as telecomunicações. Ele propôs essa idéia em um artigo científico intitulado “Can Rocket Stations Give Worldwide Radio Coverage?”, publicado na revista *Wireless World* em Outubro de 1945. A órbita geoestacionária também é conhecida, desde então, como *órbita Clarke*. Desde 1956 vive em Colombo, no Sri Lanka (antigo Ceilão), em parte devido a seu interesse pela fotografia e exploração submarina.

Teve dois de seus romances levados ao cinema, *2001: Uma Odisséia no Espaço* (br/pt) dirigido por Stanley Kubrick (1968) e *2010: O ano em que faremos contato* (br); *2010: O ano do contacto* (pt) dirigido por Peter Hyams (1984).

Ele é o autor de mais de 60 livros com mais de 50 milhões de cópias vendidas em todo o mundo. Em 1986, foi nomeado “Grand Master” pela *Science Fiction Writers of America*. Seus prêmios incluem o prêmio Kalinga, 1962, por escritos científicos, UNESCO; ganhou também o prêmio por escritos científicos *AAAS-Westinghouse* de 1969; o prêmio Bradford Washbur; e os prêmios *Hugo* *Nebula* e *John W. Campbell*. Seu trabalho mais recente (lançado em português) é *Richter 10*.

Obras de Arthur Clarke

Contos

The Sentinel

A Estrela

A muralha das Trevas

As Canções da Terra Distante

Romances

2001 - Uma Odisséia no Espaço

2010: Uma Odisséia no Espaço 2

2061: Uma Odisséia no Espaço 3

3001: A Odisséia Final

Encontro com Rama

O Enigma de Rama

O Jardim de Rama

A Revelação de Rama

O fantasma dos Grandes Bancos

As Fontes do Paraíso

O Berço dos Super-Humanos

A Cidade e as Estrelas

Richter 10

Sobre a obra 2001 – odisséia no espaço

Segundo o autor do livro, “2001...” foi escrito durante os anos de 1964-1968, e publicado em julho de 1968, pouco depois da divulgação do filme de mesmo nome, dirigido por Stanley Kubrick, em parceria com Arthur Clarke.

É o próprio autor quem nos informa sobre o contexto de produção da obra:

“Como disse em *The Lost Words of 2001*, dei seguimento simultâneo a ambos os projectos, que se complementaram mutuamente. Assim, foi-me dado viver mais vezes a estranha experiência de rever um manuscrito depois de ver cenas baseadas numa versão anterior – uma maneira de escrever uma história sem dúvida estimulante, mas bastante cara.

O resultado disto é que há um paralelo muito maior entre o livro e o filme do que normalmente acontece, mas existem também diferenças apreciáveis. (...) Ninguém imaginava, nos anos sessenta, que a exploração das luas de Júpiter não se daria no próximo século, mas *quinze* anos depois. Nem ninguém sonhava com as maravilhas que aí seriam descobertas... mas podemos ter a certeza de que os achados dos *Voyagers* gêmeos serão, um dia, ultrapassado por descobertas ainda mais inesperadas. Quando o ‘2001’ foi escrito, Io, Europa, Ganimedes e Calisto, não passavam de meros pontos de luz, mesmo quando observados ao telescópio mais potente; hoje, são mundos, cada um deles único, e Io, o corpo mais vulcanicamente activo do Sistema Solar.

No entanto, vistas bem as coisas, tanto o filme como o livro se agüentam bem à luz destas descobertas. Não tenho mudanças de maior a fazer ao texto, e é fascinante comparar as seqüências de Júpiter do filme, com as gravações reais da *Voyager*.

Não deve, também, ser esquecido, que ‘2001’ foi escrito *antes* de uma das Grandes Divisórias da história humana; ficamos apartados dela para sempre no momento em que Neil Armstrong deu o primeiro passo na Lua. 20 de julho de 1969 ficava ainda a meia década no futuro, quando eu e Stanley Kubrick começamos a pensar no ‘proverbial bom filme de ficção científica’ (frase dele). agora a história e a ficção entreligaram-se inextricavelmente.

Os astronautas da Apollo já haviam visto o filme quando partiram para a Lua. Os membros da tribulação da Apollo 8, que, no Natal de 1968, se tornaram os primeiros homens a ver o outro lado da Lua, disseram-me que se haviam sentido tentados a comunicar por rádio a descoberta de um grande monólito gigante: infelizmente, a discrição levou a melhor...

E houve mais, e quase misteriosos, exemplos da natureza a imitar a arte. O mais estranho de todos foi a saga da Apollo 13, em 1970.

(...)

Quando, há quatorze anos, escrevi as palavras finais ‘Pois embora fosse senhor do mundo, não sabia bem o que fazer a seguir. Mas acabaria por descobrir alguma coisa’, senti que fechara o circuito, e excluía as possibilidades de alguma

seqüência. (...) apesar dos meus protestos, é agora óbvio que o meu atarefado subconscientezinho se deitou ao trabalho, talvez em resposta aos montes de cartas de leitores que queriam saber 'o que aconteceu a seguir'. (...)" (CLARKE, 1982, p. 203-207).