

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

**MOVIMENTO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-  
SOCIEDADE (CTS) NOS TEXTOS SOBRE  
ASTRONOMIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE  
CIÊNCIAS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

**MICHEL PASCHINI NETO**

**PIRACICABA, SP**

**2011**

# **MOVIMENTO CIÊNCIA-TECNOLOGIA- SOCIEDADE (CTS) NOS TEXTOS SOBRE ASTRONOMIA EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

**MICHEL PASCHINI NETO**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra Maria Guiomar Carneiro Tomazello**

**Dissertação apresentada à  
Banca Examinadora do  
Programa de Pós-Graduação  
em Educação da UNIMEP  
como exigência parcial para  
obtenção do título de Mestre  
em Educação**

**Piracicaba, SP**

**2011**

**BANCA EXAMINADORA (DEFESA)**

**Nome da orientadora: Maria Guiomar C. Tomazello**

**Jorge Megid Neto: UNICAMP**

**Ramachrisna Teixeira: USP**

**Suplente: Célia Margutti do Amaral Gurgel: UNIMEP**

# DEDICATÓRIA

**Eu gostaria de dedicar esse trabalho a meu filho Guilherme (Gui) que é uma luz que veio iluminar nossos caminhos.**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Elzio Roberto Paschini e Marisa Augusta Paschini que sempre acreditaram que um dia eu poderia chegar a este momento.

Aos meus sogros Antônio Luiz de Paula Ribeiro e Vera Helena Azanha de Paula Ribeiro que me ajudaram muito no início desta jornada.

À Profa. Maria Guiomar Carneiro Tomazello que acreditou neste trabalho, que me incentivou em todos os momentos, que me orientou como poucos e que hoje, para mim, é uma grande amiga.

Aos Professores Ramachrisna Teixeira da USP e Jorge Megid Neto da UNICAMP que, além de enriquecerem meu trabalho com seus conhecimentos sobre os assuntos abordados, me deram a honra de tê-los em minha banca examinadora.

Aos amigos Cláudio Corsini e Carlos Mariano que me incentivaram neste projeto e que caminham ao meu lado há vinte anos.

Aos professores, colegas e funcionários da pós-graduação em Educação da UNIMEP.

À Profa. Raquel Suzana Severino e Romildo Berto Junior pela imensa ajuda na aquisição dos livros para a análise deste trabalho.

À *Bia*, minha esposa, que sempre me deu muita força e carinho e teve muita paciência nos momentos em que tive que me ausentar para me dedicar a este projeto.

*O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil.*

## RESUMO

O ensino-aprendizagem de Astronomia no Brasil é tema de preocupação para muitos educadores. Os professores, em geral, sem formação adequada em Astronomia, fazem uso de livros didáticos que muitas vezes trazem erros conceituais e modelos de Ciência e Tecnologia desvinculados de questões humanitárias. Embora os livros tenham melhorado a partir da implantação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), ainda apresentam lacunas importantes quando se almeja uma educação científica e tecnológica de qualidade. Em geral, os livros didáticos mostram uma imagem da Ciência desconectada de aspectos culturais, humanísticos e sociais, bem como, descartam o ensino da Tecnologia. Uma maneira de relacionar o conteúdo dos textos com problemas reais é através do Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Esta investigação, de caráter qualitativo e exploratório, tem por objetivo analisar os textos de Astronomia presentes em Livros de Ciências do Ensino Fundamental. Por meio da análise de conteúdo, os textos de Astronomia de três coleções de livros didáticos recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático – PNLD do Ministério da Educação foram categorizados em três âmbitos: a) Construção do Conhecimento Astronômico; b) Natureza do Conhecimento Astronômico, c) Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia. Os resultados de nossa pesquisa confirmam que os livros, em geral, apresentam os conceitos, as leis e os fenômenos de forma ahistórica, sem ligações CTS, apresentando a imagem de uma Ciência linear, neutra, desconectada da sociedade e desenvolvida com acumulação de conhecimentos.

Palavras-chave: Astronomia, Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), Alfabetização Científica, Livro Didático de Ciências

## ABSTRACT

The Astronomy teaching and learning in Brazil is a matter of concern for many educators. The teachers, in general, without adequate educational formation, utilize textbooks which often bring misconceptions and models of Science and Technology not linked with the humanitarian issues. Although the books have been improvements since the implementation of the National Textbook's Program (NTP), they still present important gaps when it is aimed a scientific and technologic education with quality. In general, the books show a Science's image that is disconnected of cultural, humanistic and social aspects as well as they discard the teaching of the Technology. One manner to relate the text contents with the effective problems is by means of the Movement Science-Technology-Society (STS). This investigation, with qualitative and exploratory features, aims to analyze the Astronomy texts existing in the Science's books for the Basic Education. Through the content analysis, the Astronomy texts of three collections of textbooks recommended by the National Textbook's Program -NTP of the Ministry of Education were categorized into three areas: a) Astronomy Knowledge; b) Nature of the Astronomical Knowledge, c) Interactions Science-Technology-Society and the Astronomy. The results confirm that the books present usually concepts, laws and phenomena in an ahistorical way, without STS connections, offering an image of a linear, neutral Science which is disconnected of the society and developed with knowledge accumulation.

Keywords: Astronomy, Movement Science-Technology-Society (STS), Scientific Literacy, Science's Textbooks

# SUMÁRIO

Introdução.....	12
1. Panorama do Ensino-Aprendizagem de Astronomia no Brasil .....	31
1.1 - Um pouco de história .....	31
1.2 – A Astronomia nos parâmetros curriculares nacionais (PCN) .....	33
1.2.1 - Ensino fundamental .....	33
1.3. Levantamento dos principais problemas do ensino-aprendizagem de Astronomia no Brasil .....	37
1.3.1 - As pré-concepções de professores e alunos .....	38
1.3.2 - A Deficiente Formação Acadêmica dos Professores de Ciências na Área de Astronomia.....	42
1.3.3 - Erros Conceituais de Astronomia em Livros Didáticos de Ciências.....	46
2. O Livro Didático de Ciências .....	51
2.1 - A ciência nos livros didáticos.....	57
3. O Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) .....	61
3.1 - O Movimento CTS na Educação .....	70
3.1.1 - Educação Científica .....	71
3.1.2 – Educação Tecnológica.....	73
3.1.3 - História da Ciência na Educação .....	79
4. Análise dos Livros de Ciências .....	83
4.1 – Análise do Texto de Astronomia da Coleção Ciências: Atitude e Conhecimento .....	89
4.1.1 – Construção do Conhecimento Astronômico .....	90
4.1.2 - Natureza do Conhecimento Astronômico.....	93
4.1.3 - Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia .....	96
4.1.4 – Comentário sobre a análise do texto de Astronomia da Coleção Ciências: Atitude e Conhecimento.....	98
4.2 – Análise do Texto de Astronomia da Coleção Ciências – Novo Pensar .....	99
4.2.1 – Construção do Conhecimento Astronômico .....	100
4.2.2 - Natureza do Conhecimento Astronômico.....	101
4.2.3 - Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia .....	103
4.2.4 – Comentário sobre a análise do texto de Astronomia da Coleção Ciências: Novo Pensar.....	104
4.3 – Análise do Texto de Astronomia da Coleção Ciências: Natureza & Cotidiano .....	105
4.3.1 – Construção do Conhecimento Astronômico .....	106

4.3.2 - Natureza do Conhecimento Astronômico.....	109
4.3.3 – Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia .....	111
4.3.4 – Comentário sobre a análise da Coleção Ciências: Natureza & Cotidiano .....	113
5. Considerações Finais .....	118
6. Referências Bibliográficas.....	128

## LISTA DE QUADROS

Quadro I: Categorias e critérios de análise .....	87
Quadro II: Resultado da Análise 'Construção do Conhecimento Astronômico' da Coleção ciências: Atitude e conhecimento .....	92
Quadro III: Resultado da Análise 'Natureza do Conhecimento Astronômico' da Coleção Ciências: Atitude e Conhecimento .....	95
Quadro IV: Resultado da análise 'Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia' da Coleção Ciências: Atitude e Conhecimento .....	97
Quadro V: Resultado da análise 'Construção do Conhecimento Astronômico' da Coleção Ciências – Novo Pensar .....	101
Quadro VI: Resultado da análise 'Natureza do Conhecimento Astronômico' da Coleção Ciências: Novo Pensar .....	102
Quadro VII: Resultado da análise 'Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia' da Coleção Ciências: Novo Pensar .....	104
Quadro VIII: Resultado da análise 'Construção do Conhecimento Astronômico' da Coleção Ciências: Natureza & Cotidiano .....	108
Quadro IX: Resultado da análise 'Natureza do Conhecimento Astronômico' da Coleção Ciências: Natureza & Cotidiano .....	111
Quadro X: Resultado da análise 'Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia da coleção Ciência: Natureza & Cotidiano .....	112
Quadro XI: Síntese da análise das coleções .....	114
Quadro XII: Síntese quantitativa da análise das coleções. Frequência com que aparecem exemplos das categorias analisadas .....	114

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Disco Celeste de Nebra .....	13
Figura 2: Sítio Arqueológico de Stonehenge, Inglaterra .....	14
Figura 3: In Somnium Scipionis de Ambrosius Macrobius .....	47
Figura 4: Gnômon .....	74
Figura 5: Telescópio .....	75

## Introdução

Além de mim, fora de mim, estava o mundo imenso, que existe independente dos seres humanos e que se nos apresenta como um enorme e eterno enigma, em parte acessível à nossa observação e ao nosso pensamento. A contemplação desse mundo acenava-me como uma força libertadora, e percebi que muitos daqueles a quem aprendera a respeitar e admirar havia encontrado, por esse meio, a liberdade interior e a segurança. (EINSTEIN, 1982, p.15)

É possível dizermos que a Astronomia nasceu pela necessidade do ser humano em compreender a natureza com o intuito de garantir sua sobrevivência. Muitos dizem que ela é a mais antiga das ciências, pois o homem olhava para o céu e via o movimento diário do Sol, a mudança de fase da Lua, a alteração das estações do ano, a mudança de posição dos planetas em relação às estrelas etc.

Podemos, contudo, considerar a Astronomia o simples ato de uma pessoa olhar para céu? Simplesmente observar o movimento do Sol constitui algo importante? Simplesmente observar a mudança de fase da Lua constitui um fato imprescindível para a criação de um calendário? É necessário, na verdade, olhar os fenômenos celestes de uma maneira mais apurada. Para que os movimentos do Sol e as mudanças de fases da Lua se constituam em algo significativo, é necessário que esteja inerente na observação, por exemplo, um problema diário e um princípio de contagem e grandeza, isto é, um princípio matemático.

Acreditamos que a forma mais correta de nos referirmos a Astronomia seja considerá-la *uma das mais antigas ciências*. Afinal, ela é um fenômeno cultural que “representou de fato um papel essencial na construção das diversas identidades humanas em todos os lugares da Terra” (CARDOSO, 2010, p.7).

Não há como termos certeza de como eram as manifestações culturais astronômicas das inúmeras civilizações que surgiram e sucumbiram ao longo da história. Podemos nos esforçar a acreditar, no entanto, como diz ainda

Cardoso, que essas manifestações são “o resultado de uma construção coletiva impressionante que atravessou continentes e épocas” (2010, p.9).

O que conseguimos identificar hoje dos vestígios astronômicos deixados pelo ser humano quando começou a se estabelecer em pequenas comunidades são pinturas rupestres, instrumentos e monumentos megalíticos.

Podemos tomar como exemplo, o disco celeste de Nebra (figura 1), de 3000 a.C., relíquia da idade do bronze, encontrado na Alemanha. É considerado um dos mais antigos registros do interesse do homem pelo mundo celeste. Mostra simplesmente imagens do Sol, da Lua e das estrelas desenhadas em ouro, sem nenhum cunho científico como conhecemos hoje.



Figura 1. Disco Celeste de Nebra<sup>1</sup>

Quanto a monumentos megalíticos, há vários. Um dos mais conhecidos é Stonehenge (figura 2), que fica em Salisbury, no Sul da Inglaterra. Este monumento, formado por pedras concêntricas com algumas tendo cerca de cinquenta toneladas, começou a ser construído por volta de 2800 a.C. tendo, seu término, ocorrido por volta de 1100 a.C.. Arqueoastrônomos acreditam que Stonehenge não tinha somente um cunho religioso para as pessoas do período em que foi construído. Há fortes evidências de que este monumento tinha também finalidades astronômicas, pois já se descobriu alinhamentos neste sítio que indicam o nascer e ocaso do Sol, Lua e estrelas em certos dias do ano para, por exemplo, indicar o início de solstícios e equinócios.

---

<sup>1</sup>Fonte: <<http://www.geographos.com/BLOGGRAPHOS/?p=437>>. Acesso em: 10 de fev. de 2011

Stonehenge é apenas um, de inúmeros monumentos megalíticos que foram construídos em todo o mundo para indicar fenômenos astronômicos. O que talvez pouco se enfatize sobre essas construções, foi a capacidade de nossos ancestrais de perceberem a relação existente entre o movimento anual e diário do Sol e o comprimento da sombra de um bloco de pedra. Esta constatação e relação de extrema naturalidade para nós hoje, pode ter levado dezenas, centenas ou, quem sabe, milhares de anos para ser notada. Mas quando o foi, representou um grande passo na compreensão da natureza, mostrando a nós hoje que o ser humano buscou, desde suas origens, relações entre inúmeros fenômenos existentes para ampliar seu conhecimento da natureza.



Figura 2: Sítio arqueológico de Stonehenge, Inglaterra<sup>2</sup>.

Não podemos, entretanto, deixar de mencionar outro fato que é pouquíssimo difundido – ou, em muitos casos, nem o é – em livros didáticos de ciências e de divulgação da Astronomia. Trata-se da capacidade *técnica* dos povos antigos de construir e desenvolver instrumentos para observação do céu, já que “a técnica é tão antiga quanto a humanidade” (VARGAS, 1999,

---

<sup>2</sup> Fonte: <[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/da/Stonehenge\\_back\\_wide.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/da/Stonehenge_back_wide.jpg)>. Acesso em: 12 de jan. de 2011.

p.179). Isto quer dizer que as civilizações, ao longo das eras, desenvolveram técnicas para compreender e prever os fenômenos celestes.

Se prestarmos um pouco mais de atenção, será possível percebermos que a ciência astronômica foi, ao longo da história, geradora de técnicas e tecnologias, o que fica evidente quando Costa (1989, p.4) diz que “a Astronomia sempre esteve intrinsecamente ligada ao progresso tecnológico”.

Observamos, então, que a Astronomia representou um passo importante não somente para a compreensão da natureza, mas, também, para o desenvolvimento da Tecnologia. Com esta Ciência, o homem aprendeu a olhar para a natureza e dela extrair relações para sua vida diária. Wuensche (2009), por exemplo, diz que há milênios o ser humano olha o céu em busca de simbolismos e associações.

Muitas culturas antigas têm registros sistemáticos da esfera celeste que remontam a 2 mil anos antes da era cristã. Desde essa época, padrões de repetição de movimento e agrupamento de astros já eram conhecidos, levando à separação entre estrelas e planetas (‘astros errantes’) – na época, eram conhecidos apenas Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno. (WUENSCHÉ, 2009, p.25)

Na busca de uma simbolização celeste, o homem criou as constelações que, de acordo com Duarte (2010), sempre tiveram, desde a época das civilizações mais antigas, a importante função de dar uma organização ao céu, facilitando sua leitura e ajudando na identificação dos astros. Ainda segundo este autor, as constelações eram apresentadas sem nenhum rigor científico, até que em 1922, a União Astronômica Internacional (International Astronomical Union - IAU), com um novo conceito de constelação, considerou Ofiúco (Ophiucus) como sendo a 13ª constelação zodiacal. Este novo rigor científico proposto pela IAU foi delimitar áreas do céu que preservassem a figura imaginada há séculos e milênios pelos nossos ancestrais. Sendo assim, em Cambridge, durante a assembléia geral da IAU em 1925, surgiu a proposta de criação de regiões na esfera celeste, tal como um país dividido em estados.

Assim, a esfera celeste foi dividida em 88 regiões, também chamadas de constelações, com tamanhos variados e delimitações bem definidas e retilíneas. Cada região recebeu o nome da principal constelação nela predominante e todas

aquelas cortadas pela linha da eclíptica (linha que no céu, vista da Terra, representa o caminho percorrido pelo Sol durante o ano) passaram a ser consideradas zodiacais. Convém explicar que o zodíaco é um círculo ou faixa de 17 graus no céu, que abrange toda a esfera celeste e que tem no centro a linha da eclíptica. Foi desta forma, então, que o zodíaco acabou por ser premiado com 13 regiões ou constelações, que são: Áries, Touro, Gêmeos, Câncer, Leão, Virgem, Libra, Escorpião, Ofiúco, Sagitário, Capricórnio, Aquário e Peixes<sup>3</sup>. (DUARTE, s/d)

Na idade média, segundo Wuensche (2009, p.27), eram conhecidos três tipos de estudos dos astros, descritos pelo filósofo francês Nicolas Oresme (1320-1382), astrônomo ‘mecanicista’ da corte de Carlos V: i) a astrologia matemática (ou astronomia); ii) astrologia natural (relacionada com a física); iii) a astrologia espiritual (ligada à previsão do futuro e à elaboração de horóscopos).

Mas a suposta influência dos astros nos destinos e comportamentos, apesar de ter grande aceitação, já era questionada por muitos, inclusive por Santo Agostinho (354-430) que levantou o famoso problema do “fatalismo astrológico”, no qual argumentava que, “se o futuro já estava previsto por Deus, ou pela influência previsível dos movimentos planetários, para todos, como poderiam ser livres os humanos?” (WUENSCHÉ, 2009, p.27).

Apesar dos diferentes caminhos tomados pela Astronomia e pela Astrologia a partir do século XVI, volta e meia, estão em debate na mídia, o que pode levar as pessoas a crer que a astrologia tem um caráter científico uma vez que cientistas vêm contestar publicamente o que dizem os astrólogos. Recentemente, o astrônomo americano Parke Kunkle, professor da Minneapolis Community & Technical Center, veio a público afirmar que está errada a interpretação dos movimentos celestes usada pela astrologia para determinar os signos de acordo com a data de nascimento das pessoas, pois

---

<sup>3</sup> Para alguns astrólogos, a polêmica a respeito da existência de um 13º signo não faz sentido, haja vista que não são as constelações lá no céu que influenciam os seres aqui na Terra e sim energias cósmicas que tomam como referência os signos tradicionais. Há também opiniões que procuram justificar que tanto a cobra (Ofiúco) como o escorpião são animais que trocam de pele, indicando uma personalidade sujeita a grandes flutuações, e que, neste caso, Ofiúco vem a ter o mesmo significado astrológico de Escorpião. Portanto, apesar de termos 13 constelações zodiacais, com a inclusão de Ofiúco, a divisão do zodíaco em doze signos, para efeito da astrologia, segue a antiga tradição e não precisa levar em consideração as mudanças estabelecidas pela IAU, o que muitos astrônomos consideram uma imperfeição. (DUARTE, 2010)

segundo ele, o céu mudou, ou pelo menos a porção visível do céu noturno. Assim, as constelações desenhadas pelos astrólogos 3000 anos atrás para definir que meses e dias do mês correspondentes a cada signo não são as mesmas do céu de agora. Assim, alteram-se as datas de alinhamento de cada signo e outra constelação deveria ser incluída no zodíaco, a de Serpentário<sup>4</sup>. Observe-se que o astrônomo contestou não o uso das estrelas na adivinhação do futuro, mas quais constelações.

Notícia semelhante já havia sido publicada no Brasil em 1970 por uma revista de grande circulação nacional, na qual o astrólogo americano Steven Schmidt anunciava que as constelações astrais eram 14 e não 12, portanto, cada signo deveria possuir apenas 26 dias, e não 30. As outras duas seriam Serpentário e Cetus (a grande baleia)<sup>5</sup>.

Acreditar que os astros interferem nos afazeres e destinos humanos é inconcebível do ponto de vista da Ciência, por isso, a existência de 14, 13 ou 12 constelações astrais nada muda para os que crêem. Assim, cada vez que um astrônomo se posiciona nesse sentido, ativa a ira dos astrólogos e horoscopistas e pode, de certa forma, dar a entender que a Ciência reconhece que uma constelação (ou as tais energias cósmicas advindas delas) influencia a vida de uma pessoa na Terra.

Acreditar no sobrenatural, na magia, pode ajudar a confortar as pessoas em determinadas épocas de suas vidas. Porém, a superstição em excesso influencia negativamente no desenvolvimento de um país. Na Rússia, por exemplo, os gastos com curandeiros, futurólogos e videntes, entre outros praticantes do ocultismo movimentam US\$ 2 bilhões por ano. Estima-se que 20% da população visite curandeiros para encontrar uma solução para alguma doença. Muitas pessoas deixam de fazer tratamentos médicos, preferindo chás e ervas para doenças como o câncer e a AIDS, o que torna o problema um caso de saúde pública<sup>6</sup>.

Apesar do misticismo e da superstição, olhar para o céu deu ao homem a possibilidade de encontrar regularidades que ligavam o Cosmos a Terra.

---

<sup>4</sup> Fonte: <http://veja.abril.com.br/blog/acervo-digital/variedades/ontem-o-serpentario-surgia-hoje-ele-reclama-seu-espaco/>

<sup>5</sup> Fonte: <http://veja.abril.com.br/blog/acervo-digital/variedades/ontem-o-serpentario-surgia-hoje-ele-reclama-seu-espaco/>

<sup>6</sup> Fonte: <http://noticias.terra.com.br/mundo/noticias/0,,OI4730192-EI8142,00-Russia+declara+guerra+a+supersticao+negocio+de+US+bi.html>

Uma contribuição importante da Astronomia para o conhecimento da natureza foi o que o matemático, físico e filósofo Henri Poincaré (1854-1912) escreveu em seu livro *O Valor da Ciência*:

Antes de mais nada, foi a astronomia que nos ensinou que há leis. Os caldeus, os primeiros que olharam o céu com alguma atenção, bem viram que aquela quantidade de pontos luminosos não era uma multidão confusa, errando ao acaso, mas antes um exército disciplinado (POINCARÉ, 1995, p.103)

Poincaré ainda escreveu que

[...] a astronomia não nos ensinou apenas que há leis, mas que essas leis são inelutáveis, que não se transige com elas; de quanto precisaríamos para compreendê-lo, se só tivéssemos conhecido o mundo terrestre, onde cada força elementar nos aparece sempre como se estivesse em luta com outras forças? Ela nos ensinou que as leis são infinitamente precisas e que, se as que enunciamos são aproximativas, é porque nós as conhecemos mal. (POINCARÉ, 1995, p.103).

A curiosidade sobre o que é o Universo acompanhou nossos ancestrais ao longo das eras. Para eles, estudar o firmamento e descobrir seus segredos, mais do que um ato de sobrevivência, foi um dos caminhos encontrados para compreender o que é o próprio ser humano. Caminho este que foi cheio de percalços, pois no passado, aqueles que iam contra o *status quo* do período passaram por complicadas situações pessoais que os levaram à morte e à prisão como Giordano Bruno (1548-1600) e Galileu Galilei (1564-1642), respectivamente.

Hoje, em princípio, os astrônomos não têm mais com o que se preocupar com suas descobertas sobre o Universo, apesar da Astronomia ainda causar profundas discussões na sociedade. Um exemplo moderno que poderíamos citar é sobre a origem da vida aqui na Terra. Há discussões acaloradas entre religiosos e cientistas-astrônomos já que, para os segundos, é possível que a vida tenha surgido de compostos orgânicos vindos com asteróides ou cometas que se chocaram com a Terra há bilhões de anos.

Devido a tudo o que foi explanado sobre a ciência astronômica até o momento, nos vem uma pergunta que consideramos importante: é a Astronomia hoje uma Ciência para poucos iniciados ou uma Ciência acessível

a todas as pessoas? Esta pergunta pode parecer estranha em um primeiro momento, mas pode refletir uma realidade que poucos conseguem observar.

A resposta à pergunta acima não é fácil, mas é possível trilharmos um caminho que poderá nos levar a uma resposta. Para tanto, dividiremos a Astronomia em duas vertentes: a) *Astronomia acadêmica* e b) *Astronomia popular*.

A Astronomia acadêmica é aquela que produz conhecimento científico. Ela, através da razão e de princípios metodológicos que foram desenvolvidos ao longo das eras, estuda, interpreta, analisa e produz novas informações sobre o Universo. Este tipo de Astronomia é praticado nas universidades, observatórios e centros de pesquisa espalhados pelo mundo.

As pessoas que trabalham com Astronomia acadêmica hoje têm que levar em consideração em seus trabalhos não somente questões de ordem científica e tecnológica, mas, também, de ordem econômica, política e social. Quando nos referimos ao quesito científico e tecnológico, a Astronomia é uma Ciência que se traduz, em tempos modernos, em avançados conceitos matemáticos, físicos, computacionais e eletromecânicos. Isto fica evidente quando Maia et al. (2008, p. 80) mostram que

A astronomia, que antigamente era uma ciência caracterizada pela escassez de dados, agora sofre de um efeito inverso, e um enorme investimento na tecnologia de informação deve ser feito para lidar com a complexidade e quantidade de dados, como forma de garantir sua eficiente exploração científica. Se, há alguns anos, a necessidade de armazenamento de centenas de megabytes ou gigabytes era surpreendente, hoje se pensa em terabytes e petabytes<sup>7</sup>.

Como mencionado, trabalhar com o que há de mais avançado em Ciência e Tecnologia não basta para se dedicar à Astronomia. É necessário, ainda, aprender a se relacionar com questões econômicas, políticas e sociais.

Novamente isto fica claro quando Maia et al. (2008, p. 83) dizem, em relação à Astronomia brasileira, mais especificamente nos casos dos projetos Gemini e Soar, que

---

<sup>7</sup> Um petabyte equivale a 1.024 terabyte (ver em <http://www.techterms.com/definition/petabyte>, acesso em: 06/12/2010)

Depois de um longo período em que a única facilidade disponível à comunidade brasileira se limitava ao telescópio de 1,6 metros [...], o Brasil participa de dois consórcios internacionais que construíram telescópios. O primeiro deles é o Gemini, com acesso a 18 noites por ano. O outro é o Soar, com telescópio de 4 metros de diâmetro, com cerca de 30% das noites. O custo anual dessa participação está em torno de R\$ 3,7 milhões por ano. Embora isso tenha significado um grande avanço político, convencendo as autoridades brasileiras da necessidade da internacionalização da área, na prática essas participações estão muito aquém do necessário para se ter uma comunidade competitiva em nível internacional. Mais grave é que a combinação do número de noites disponíveis no Gemini e as características técnicas do Soar criaram um grave viés em favor de algumas áreas de pesquisa em detrimento de outras, tornando impossível a atuação em alguns segmentos específicos.

Uma questão bastante preocupante é que há pessoas trabalhando com a Astronomia acadêmica que a estão transformando em uma Ciência detentora de neutralidade quanto a assuntos sociais e culturais, já que em seus pensamentos o que mais tem valor são as questões políticas, econômicas e científicas empunhando as armas da tecnologia e do desenvolvimento.

Um exemplo do exposto no parágrafo anterior é o artigo divulgado na página on-line do jornal *O Estado de São Paulo* de 29/06/2010 sobre a autorização, pela Universidade do Havaí, da construção daquele que será, por algum tempo, o maior telescópio existente. Este telescópio, que terá um espelho de 30 metros de diâmetro, será construído no topo do vulcão Mauna Kea, Havaí. O problema da construção deste telescópio não está tanto em questões financeiras e tecnológicas, mas, sim, em questões socioambientais. Segundo a reportagem, “indígenas do Havaí opõem-se ao telescópio por considerar a obra uma profanação do pico que consideram sagrado. Ambientalistas dizem que o telescópio poderá prejudicar um raro inseto local” (ESTADÃO ON-LINE, 2010).

Deixamos claro que não somos contra a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico no âmbito da Astronomia. Afinal, o ser humano, desde seus primórdios aqui na Terra, quando ainda era nômade andando pelas florestas, montanhas e desertos, criou um laço profundo com o céu, pois, como diz Boczko (1984, p.2), ela (a Astronomia) supria suas “necessidades sociais, econômicas, religiosas e também, obviamente, culturais”.

Contudo, qual é o preço que a sociedade, os seres vivos e a Terra devem pagar pela conquista do conhecimento e desenvolvimento científico e tecnológico? Será que o ser humano não poderia procurar soluções para o desenvolvimento científico e tecnológico em que contribuísse com o menor impacto ambiental e social possível?

A Astronomia popular é aquela de domínio do público leigo, das pessoas que possuem as mais variadas profissões e os mais variados graus de formação escolar. Essas pessoas que estão envolvidas com a Astronomia popular, simplesmente olham para o firmamento pelo simples prazer de admirar a natureza em que vivem, sem se envolverem com avanços do conhecimento científico.

Entendemos que a Astronomia popular é aquela apresentada nas escolas e nos poucos observatórios e planetários públicos<sup>8</sup> em território nacional, além de ser aquela que é praticada por milhares de astrônomos amadores espalhados pelo mundo. Isto porque, para praticá-la, não é necessário alto grau de conhecimento em Matemática e Física e nem enorme investimento em equipamentos.

Sendo assim, a Astronomia popular é aquela que qualquer pessoa pode praticar e/ou estudar simplesmente observando o céu e lendo livros e revistas de divulgação astronômica. Como não demanda enormes recursos financeiros, a Astronomia popular possibilita ainda a seus adeptos a oportunidade de comprarem pequenos telescópios ou binóculos para uma maior satisfação de ir a um local sem iluminação e poluição para observar o céu. Milhares são aqueles que se dedicam a ela sem a pretensão de realizar algum tipo de pesquisa.

Como a Astronomia popular está direcionada para o público que não tem o conhecimento em ciências exatas com a profundidade de um especialista, ela tem que ter o caráter da divulgação científica. Ao dizemos 'divulgação', estamos nos referindo ao que PASQUALI (*apud* MASSARANI, 1998, p.18) diz, ou seja, que este termo "é o envio de mensagens elaboradas mediante a transcodificação de linguagens, transformando-as em linguagens acessíveis

---

<sup>8</sup> Pelo tamanho do território nacional comparado a outros países, como aqueles da Europa, há poucos planetários e observatórios destinados à divulgação científica. Podemos ter uma ideia do número de planetários e observatórios destinados ao público em geral aqui no Brasil na página eletrônica <<http://www.uranometrianova.pro.br/>> (acesso em 29 de novembro de 2010).

para a totalidade do universo receptor”. Podemos, então, pensar no termo ‘divulgação científica’ como “a utilização de recursos, técnicas e processos para a veiculação de informações científicas e tecnológicas ao público em geral” (BUENO, 1985, p.1421). Bueno (1985, 1421) estende seu pensamento ao apresentar que o termo ‘divulgação científica’ “pressupõe um processo de recodificação, isto é, a transposição de uma linguagem especializada para uma linguagem não especializada, com o objetivo de tornar o conteúdo acessível a uma vasta audiência”.

Muitos podem pensar que o termo ‘divulgação científica’ está restrito somente a jornais e revistas de modo geral. Pelo contrário. Vamos encontrá-lo ainda inserido em muitos outros meios, assim como diz Bueno (1985, p. 1.422)

É importante frisar que o termo divulgação científica não se restringe ao campo da imprensa. Inclui os jornais e revistas, mas também os livros didáticos, as aulas de ciências do 2º grau, os cursos de extensão para não-especialistas, as estórias em quadrinhos infantis, muitos folhetos utilizados na prática de extensão rural ou em campanhas de educação voltadas, por exemplo, para as áreas de higiene e saúde, os fascículos produzidos por grandes editoras, documentários, programas especiais de rádio e televisão etc.

A Astronomia popular está, portanto, em uma linguagem acessível para que o grande público tenha noção do que foi e ainda é produzido dentro dos observatórios e centros de pesquisas espalhados pelo mundo.

Acreditamos que este trabalho de transformar o conteúdo da Astronomia acadêmica numa Astronomia popular deveria ser feito mais insistentemente pelos astrônomos. Por este motivo que concordamos com Candotti (1999, p.16) quando diz que “a divulgação das pesquisas científicas para o público, quando possível, deveria ser vista como parte das responsabilidades do pesquisador, de modo semelhante à publicação de suas pesquisas em revistas especializadas”.

Talvez um dos motivos dos pesquisadores produzirem poucos materiais de divulgação científica esteja ligado às políticas das Universidades de darem muito mais valor à pessoa que produz artigos científicos que sejam publicados em revistas prestigiadas.

Candotti vai além quando diz que

[...] a circulação das ideias e dos resultados de pesquisas é fundamental para avaliar o seu impacto social e cultural, como também para recuperar, por meio do livre debate e confronto de ideias, os vínculos e valores culturais que a descoberta do novo, muitas vezes, rompe ou fere. Nesse sentido, a divulgação não é apenas página de literatura, na qual as imagens encontram as palavras (quando as encontram), mas exercícios de reflexão sobre os impactos sociais e culturais de nossas descobertas. (1999, p.17)

Apesar de ainda ser pequeno o número de livros de divulgação científica, mais especificamente de Astronomia, nas prateleiras das livrarias, não podemos deixar de perceber que, nestes últimos tempos, houve um aumento deste tipo de publicação. Se existisse um maior interesse das editoras em publicar este tipo de assunto, se o livro aqui no Brasil tivesse um preço mais acessível e se houvesse um interesse maior do público em ler mais sobre Ciência, talvez isto estimulasse o cientista em escrever cada vez mais livros de divulgação científica. E por que divulgar ciência/astronomia? Por que, segundo Castells (2004), além das alfabetizações tradicionais, requer-se hoje formação científica capaz de inserir as pessoas na sociedade intensiva de conhecimento. Para Demo (2009, p.5) “dizemos tratar-se de uma sociedade intensiva de conhecimento, porque este já não é apenas componente fundamental, mas a alma do negócio”.

Nosso interesse, no entanto, não está na divulgação da Astronomia para o grande público, mas, sim, para uma população mais específica. Trata-se dos estudantes, pois é na escola que encontraremos a Astronomia acadêmica recodificada e inserida nos textos de livros didáticos de ciências do Ensino Fundamental e Médio.

A ciência astronômica está inserida nos currículos do Ensino Fundamental e Médio com diferentes enfoques e conteúdos como veremos adiante. No Ensino Fundamental da 1ª à 4ª séries (2º ao 5º anos), por exemplo, ela é pouco valorizada. Entretanto, ela está mais presente na 5ª série (atual 6º ano) ou na 6ª série (atual 7º ano). Veremos novamente assuntos relacionados à Astronomia na primeira série do Ensino Médio.

Uma questão que devemos levar muito em consideração ao abordarmos o tema Astronomia<sup>9</sup> durante o período escolar, é que este período poderá ser o único contato da criança com esta Ciência. Por este motivo, é imprescindível que os temas astronômicos apresentados pelos professores e inseridos nos livros didáticos estejam recodificados para a linguagem popular e, principalmente, que mostrem a Ciência e a Tecnologia (CT) como conhecimentos que estão próximos das pessoas, desmistificando-as assim como os cientistas.

Infelizmente, não é isso que vem ocorrendo, porque existem vários problemas no ensino-aprendizagem de Astronomia em território nacional<sup>10</sup>. Acreditamos que estes problemas ocorram devido a vários fatores, como:

- a) O baixo conhecimento de Astronomia da grande maioria dos professores hoje em atividade – e daqueles que entrarão na prática docente em breve – no ensino infantil, fundamental e médio devido à má formação durante a graduação (PUZZO, TREVISAN E LATARI, 2004, PINTO, FONSECA E VIANNA, 2007, LEITE E HOSOUIME, 2009, dentre outros);
- b) Às pré-concepções de professores e alunos (MCKINNON E GEISSINGER, 2002; PEDROCHI e NEVES, 2005; SCARINCI E PACCA, 2006; LANGHI, 2009, dentre outros);
- c) Aos erros conceituais de Astronomia encontrados nos livros didáticos de ciências em decorrência, em muitos casos, do nenhum ou pouco conhecimento dos autores sobre este tema (LEITE e HOSOUIME, 2009).

Estes, sem dúvida, são problemas sérios que há muito tempo vem sendo discutidos por pesquisadores da área de educação em ciências. Entretanto, se adotarmos algumas visões diferentes sobre o ensino de ciências para analisar o ensino-aprendizagem de Astronomia, será possível

---

<sup>9</sup> Assim como Ciências de maneira geral.

<sup>10</sup> Os problemas sobre o ensino-aprendizagem de Astronomia não ocorrem somente no Brasil. É possível verificarmos que muitos autores de outras nacionalidades explanam sobre os mesmos problemas, como Mckinnon e Geissinger (2002), Sebastiá (2004), Canales et. al. (2006), só para citar alguns.

descobriremos que há outras sérias questões que atualmente não são discutidas e levadas em consideração.

Nosso estudo se baseia na análise de textos de Astronomia em livros didáticos do Ensino Fundamental que foram selecionados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2008 e 2011. Procuraremos evidenciar, nestes livros, como os textos de Astronomia lá existentes se comportam quando analisamos neles questões de ordem da Natureza do Conhecimento Astronômico, da Construção do Conhecimento Astronômico e das Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).

Sendo assim, nossa pesquisa tem o caráter descritivo e, portanto, fará uso da *análise de conteúdo*. Optamos por este método, pois, como diz Oliveira (2008, p.569), “é um instrumento de pesquisa científica com múltiplas aplicações”. Oliveira (2008, p.570) coloca ainda que “os procedimentos utilizados (na análise de conteúdo) podem variar em função dos objetivos da pesquisa, entretanto, sejam quais forem suas finalidades, é preciso que ela se submeta, para que tenha valor científico, a algumas regras precisas que a diferenciem de análises meramente intuitivas”.

Para Moraes (1999) embora a análise de conteúdo tenha tido sua origem no final do século passado, suas características e diferentes abordagens foram desenvolvidas, especialmente, ao longo dos últimos cinquenta anos.

Mesmo tendo sido uma fase de grande produtividade aquela em que esteve orientada pelo paradigma positivista, valorizando sobretudo a objetividade e a quantificação, esta metodologia de análise de dados está atingindo novas e mais desafiadoras possibilidades na medida em que se integra cada vez mais na exploração qualitativa de mensagens e informações. Neste sentido, ainda que eventualmente não com a denominação de análise de conteúdo, se insinua em trabalhos de natureza dialética, fenomenológica e etnográfica, além de outras. (MORAES, 1999, p.8).

Rocha e Deusdará (2005, p.308) colocam que é possível definir a análise de conteúdo como um conjunto de técnicas de análise de comunicação, ou seja, “trata-se da sistematização, da tentativa de conferir maior objetividade a uma atitude que conta com exemplos dispersos, mas variados, de pesquisa

com textos”. Mas para Minayo (2007) a expressão “análise conteúdo” significa mais do que um procedimento técnico, pois faz parte de uma histórica busca teórico-prática no campo das investigações sociais.

Em termos de utilização na pesquisa, segundo Macedo (2006) é um recurso densamente utilizado quando se deseja compreender o conteúdo de cartas pessoais, documentos, autobiografias e jornais.

A análise de conteúdo tenta, assim, atingir um significado científico mais profundo nos procedimentos de análise de materiais, isto é, dar significado à “**mensagem**”, seja ela verbal (oral ou escrita), gestual, silenciosa, figurativa, documental ou diretamente provocada (FRANCO, 2007, p.19).

O método da análise de conteúdo se baseia na sequência determinada por BARDIN (1977, p.95).

- 1) A pré-análise;
- 2) A exploração do material;
- 3) O tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação

A pré-análise é momento da organização dos dados. Bardin (1977, p.95) diz que é o momento de “tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso do desenvolvimento das operações sucessivas, num plano de análise”.

Após a pré-análise, devemos definir os documentos que serão analisados, criando hipóteses e objetivos para melhor organização das etapas futuras. Bardin (1977) diz que nesta etapa devemos seguir o seguinte caminho: leitura flutuante, escolha dos documentos, formulação das hipóteses e dos objetivos, referenciação dos índices e a elaboração de indicadores e, por fim, preparação do material.

Para Franco (2007) definidos os objetivos da pesquisa, delineado o referencial teórico e conhecido o tipo de material a ser analisado, o pesquisador começa a se defrontar com os problemas técnicos. Surge então seu primeiro desafio, qual seja: definir as unidades de análise. As unidades de análise dividem-se em: a) unidades de registro e b) unidades de contexto. A unidade de registro é a menor parte do conteúdo, cuja ocorrência é registrada de acordo com as categorias levantadas. As unidades de registro podem ser: a palavra, o tema, o personagem, o item (FRANCO, 2007).

Já a unidade de contexto é:

a parte mais ampla do conteúdo a ser analisado, porém é indispensável para a necessária análise e interpretação dos textos a serem decodificados e principalmente para que se possa estabelecer a necessária diferenciação resultante dos conceitos de significado e de sentido, os quais devem ser consistentemente respeitados, quando da análise e interpretação das mensagens disponíveis.

Definidas as unidades analíticas, chegamos ao momento da organização da análise e da definição de categorias. Segundo Franco (2007), apoiada em Bardin (1977), os critérios de categorização podem ser *semântico* (categorias temáticas); *sintático* (verbos, adjetivos); *léxicos* (classificação das palavras segundo seu sentido) ou ainda, *expressivos* (categorias que podem ser classificadas como diversas perturbações de linguagem). Para essa autora, “formular as categorias em análise de conteúdo é, via de regra, um processo longo, difícil e desafiante” (FRANCO, 2007, p.59).

Para Bardin (1977) as categorias devem possuir as seguintes qualidades:

- Exclusão mútua: cada elemento só pode existir em uma categoria;
- Homogeneidade: um único princípio de classificação deve governar a organização das categorias;
- Pertinência: uma categoria é considerada pertinente quando está adaptada ao material de análise e quando pertence ao quadro teórico;
- Objetividade e a fidelidade: as diferentes partes de um mesmo material, ao qual se aplica a mesma grelha categorial, devem ser codificadas da mesma maneira, mesmo quando submetidas a várias análises;
- Produtividade: um conjunto de categorias é produtivo quando fornece resultados férteis.

As categorias podem ser pré-determinadas ou criadas a partir dos conteúdos dos dados. No primeiro caso corre-se o risco de se ter uma “camisa de força”, uma vez que o pesquisador vai tentar encaixar as respostas nas categorias identificadas *a priori*. Por outro lado, trabalhar com um sistema aberto (categorias criadas *a posteriori*), além de exigir uma grande bagagem

teórica do pesquisador, corre-se o risco de se criar uma grande quantidade de categorias, fragmentando o discurso. (FRANCO, 2009).

Neste trabalho, optamos por utilizar e adaptar de acordo com nossas necessidades três grandes categorias já consagradas em análises de livros didáticos, em especial, sobre os tipos de textos usados para oferecer explicações e instruções sobre fenômenos, teorias e conceitos sobre determinados temas científicos, que são: a) Conhecimento em Ciência; b) Natureza do Conhecimento (MALAVER *et. al.*, 2004)<sup>11</sup> e c) Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade (ROSENTAHL, 1989). Os critérios de análise poderão ou não ser os mesmos utilizados pelos autores citados, pois dependerão dos resultados das análises.

Desta maneira, as três categorias já adaptadas ao nosso trabalho são:

### **1 – Construção do Conhecimento Astronômico**

Serão classificados, nesta categoria, os textos que incluem questões que conduzem o leitor à reflexão sobre o processo de busca do conhecimento astronômico. Por exemplo: os autores fizeram uso de analogias para dar mais clareza a algum conceito ou teoria astronômica? Os autores levaram em conta nos textos o papel dos problemas e dificuldades no desenvolvimento da Astronomia? Os autores explanaram se os conhecimentos astronômicos se apresentam como produtos de crises e de mudanças de paradigmas?

### **2 – Natureza do Conhecimento Astronômico**

Nesta categoria serão incluídos textos que trazem reflexões sobre a atividade de indagação da Astronomia, que implica em métodos e processos, tais como: observar, medir, classificar, inferir, fazer cálculos, realizar experimentos, desenvolver modelos e simulações, hipóteses, leis etc.

Por exemplo, os autores mostraram o caminho para se chegar a uma teoria astronômica? Os autores apresentaram uma visão empírica da ciência astronômica em que seus conhecimentos se formaram a partir de observações

---

<sup>11</sup> Malaver et al (2004, p.443) por sua vez, utilizaram os critérios sugeridos por Chiapetta y outros (1991), Pujol(1993) e Strube (1989).

e experimentos? Os autores consideram a Astronomia um conjunto de descobrimentos ou uma construção do conhecimento?

### **3 - Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e Astronomia**

Nesta categoria estarão os textos que exploraram os preceitos do Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade em que são discutidos, dentre muitas outras questões, os impactos positivos e negativos da Ciência e da Tecnologia na Sociedade e no ambiente. Além disto, pretendemos categorizar os textos que baseados no Movimento CTS, apresentaram criticamente as estreitas relações existentes entre Ciência-Tecnologia, Ciência-Sociedade, Tecnologia-Sociedade e Ciência-Tecnologia-Sociedade. Como entendemos que a Ciência e Tecnologia são atividades humanas, feitas por pessoas que têm valores e que cometem erros, verificaremos nos textos a presença de questões filosóficas, sociológicas, históricas, políticas, econômicas e humanísticas da atividade astronômica durante o passar do tempo.

O trabalho está assim delineado:

**Capítulo 1: Panorama do Ensino-aprendizagem de Astronomia no Brasil.** Mostramos, neste capítulo, alguns dos principais momentos históricos do ensino de Astronomia em território nacional. Abordamos a Astronomia nos Parâmetros Curriculares Nacionais e, por fim, resgatamos os principais problemas hoje enfrentados no ensino-aprendizagem de Astronomia.

**Capítulo 2: O Livro Didático de Ciências.** Neste capítulo exploramos a importância do livro didático de ciências com seus principais problemas e suas principais qualidades.

**Capítulo 3: O Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).** Este é o capítulo que nos dá a fundamentação teórica para a pesquisa que propomos realizar. Faremos uma parte histórica mostrando a origem deste movimento e sua inserção no contexto educacional.

**Capítulo 4: Análise dos Livros de Ciências.** Neste capítulo fazemos, primeiramente, a análise dos textos de Astronomia de três coleções de Livros Didáticos de Ciências do Ensino Fundamental que foram recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), sendo 2 de 2008 e um de 2011. Por fim, fazemos uma análise criteriosa sobre tudo o que foi feito com o intuito

de contribuir para a melhora do ensino-aprendizagem de Astronomia no Brasil. Esperamos encontrar, como resultado deste trabalho, problemas quanto ao ensino-aprendizagem de Astronomia analisados sob a ótica do Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

**Capítulo 5: Considerações Finais.** Por fim, fecharemos o trabalho mostrando as conclusões que chegamos com a pesquisa.

## 1. Panorama do Ensino-Aprendizagem de Astronomia no Brasil

### 1.1 - Um pouco de história

Não pretendemos nos deter na história da educação astronômica no ensino superior do Brasil. Nem tão pouco, sobre a evolução da pesquisa em Astronomia em território nacional. Vários autores já realizaram trabalhos sobre esses temas, dentre eles Mourão (1980), Moraes (1984), Bretones (1999), Steiner (2009, p.45). Todavia, não podemos deixar de mencionar alguns momentos marcantes da história da educação astronômica no *ensino secundário* que ora consideramos importantes para o melhor entendimento deste trabalho.

É possível, desta maneira, considerarmos, para efeito de nosso estudo, o que Bretones (1999) e Moraes (1984) nos colocam sobre a educação astronômica em território nacional, ou seja, que ela se iniciou no século XVI com a chegada dos jesuítas.

Entretanto, gostaríamos de fazer um apontamento que ora julgamos importante apesar de não ser objeto deste trabalho. As datas citadas acima por Bretones e Moraes refletem registros históricos para um melhor entendimento dos fatos que levaram ao surgimento da ciência astronômica aqui no Brasil.

Sendo assim, adota-se o início da Astronomia no Brasil com as primeiras medições celestes feitas em solo brasileiro pelo físico e cirurgião João Emeneslau, o famoso Mestre João da esquadra de Cabral. Todavia, muito antes da chegada dos europeus, no território que hoje denominamos de Brasil, existia uma vasta sociedade 'indígena' que conhecia os movimentos celestes e sabia se apropriar deste conhecimento para sua sobrevivência. Podemos até concordar que estes povos que aqui já viviam na época do Descobrimento não possuíam o saber matemático e físico para um aprofundamento dos conceitos astronômicos, ou seja, eles não produziam um conhecimento nos moldes do que poderíamos chamar atualmente de Ciência. Contudo, estudos mostram que as organizações sociais, culturais e religiosas desses povos indígenas eram fortemente baseadas nos ciclos celestes. Em trabalhos realizados com

tribos indígenas aqui no Brasil, AFONSO (2006, p.50) diz que “a astronomia envolveu todos os aspectos da cultura indígena. O caráter prático dos seus conhecimentos pode ser reconhecido na organização social e em condutas cotidianas que eram orientadas por rituais cujas datas eram definidas pela posição dos astros”. Essa Astronomia, ainda pouco conhecida dos pesquisadores e, principalmente, do público em geral, é rica e merece ser estudada e mencionada em trabalhos acadêmicos como forma de não se perder. Em nosso trabalho, iremos nos apropriar das datas “oficiais” estabelecidas em livros e documentos históricos do início da Astronomia em nosso país.

Seguindo nosso pensamento anterior, para Moraes (1984), o maior interesse dos jesuítas ao aportarem no Brasil era a evangelização, mas que, devido à cultura que possuíam, acabaram contribuindo para a lenta inserção da pesquisa e do ensino da Astronomia em nosso território.

Como disciplina oficial de um curso, a Astronomia surgiu, segundo Mourão (1980), em 1808, com a criação da Academia de Guardas-Marinhas, fato que ocorreu logo após a chegada da família Real Portuguesa. No entanto, Bretones (1999) mostra que há certa divergência sobre o início da Astronomia em nosso país, tanto que ele cita Campos (1995 *apud* BRETONES, 1999, p.11) o qual afirma que o início da ciência astronômica no Brasil aconteceu em 1810 com a formação da Academia Real Militar.

De qualquer forma, a Astronomia, na época do império, era destinada somente ao ensino superior. Quanto ao ensino secundário, que permitia justamente acesso aos cursos de nível superior, este começou a se organizar somente com a criação do Colégio Pedro II em 1837. Foi neste momento que se criou a disciplina chamada *Cosmografia*.

No início da República, para o ingresso em cursos superiores, a Astronomia ainda era uma das disciplinas que deveriam ser cursadas, com o título ‘Cosmographia Elementar’. Após a Revolução de 30, a ciência astronômica se torna uma disciplina específica para alunos que queriam ingressar em Arquitetura e Engenharia. Em 1942, o ministro Gustavo Capanema propõe uma nova reformulação do ensino brasileiro e, como consequência, a Astronomia e a Cosmografia “deixam de ser disciplinas

específicas e passam a fazer parte principalmente dos programas de Ciências Naturais, Geografia e Física” (BRETONES, 1999, p.29).

Bretones (1999) nos diz que em 1996, com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), a Astronomia fica inserida nos programas das disciplinas de Ciências e Geografia para o Primeiro Grau e dentro da área de Física para o Segundo Grau. Este autor ainda mostra que a partir de 1996, “os conteúdos de Astronomia no ensino hoje chamado de *fundamental* e *médio* passam a fazer parte, em particular dos Parâmetros Curriculares Nacionais (1997), principalmente em Ciências no ensino fundamental” (BRETONES, 1999, p.29).

## **1.2 – A Astronomia nos parâmetros curriculares nacionais (PCN)**

### **1.2.1 - Ensino fundamental**

Como podemos observar na Introdução dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), estes “constituem um referencial de qualidade para a educação no Ensino Fundamental em todo o País” (BRASIL, 1997, p.13). Torna-se possível, através destes parâmetros, os educadores se guiarem para o desenvolvimento de suas aulas, para a realização de trabalhos e para a melhoria da educação em território nacional. Os PCN's têm a intenção de configurar

Uma proposta flexível, a ser concretizada nas decisões regionais e locais sobre currículos e sobre programas de transformação da realidade educacional empreendidos pelas autoridades governamentais, pelas escolas e pelos professores. Não configuram, portanto, um modelo curricular homogêneo e impositivo, que se sobreporia à competência político-executiva dos Estados e Municípios, à diversidade sociocultural das diferentes regiões do País ou à autonomia de professores e equipes pedagógicas (BRASIL, 1997, p.13).

Os professores, coordenadores pedagógicos e diretores têm, portanto, a autonomia de adaptar o currículo de suas escolas com o intuito de melhor adequá-lo às necessidades regionais, sociais e culturais do público escolar de seus municípios. Este currículo tem todas as “disciplinas que são consideradas

fundamentais para que os alunos dominem o saber socialmente acumulado pela sociedade” (MACEDO, 1998, p. 23).

Os PCN's tornam-se, assim, no caso para as Ciências Naturais, um interessante guia para ser consultado pelos educadores, pois, como podemos observar, nele estão algumas das principais tendências pedagógicas para o ensino de ciências. Como exemplo, no que diz respeito a este trabalho, no PCN de Ciências Naturais, vemos que

no campo do ensino de Ciências Naturais as discussões travadas em torno dessas questões (neutralidade da Ciência e a visão ingênua do desenvolvimento tecnológico) iniciaram a configuração de uma tendência do ensino, conhecida como “Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que tomou vulto nos anos 80 e é importante até os dias de hoje (BRASIL, 1997, p.20).

A proposta dos PCN's para um professor que irá ensinar Ciências Naturais a um aluno do Ensino Fundamental é dar-lhe subsídios teóricos e metodológicos para que a criança se torne uma pessoa crítica e conhecedora do mundo científico e tecnológico em que vive. Mais do que isso, é “mostrar a Ciência como um conhecimento que colabora para a compreensão do mundo e suas transformações, para reconhecer o homem como parte do universo e como indivíduo” (BRASIL, 1997, p.21). Observamos, desta maneira, que o trabalho em Ciências Naturais é imprescindível, pois o aluno tem que se incluir em uma “sociedade em que o conhecimento científico e tecnológico é cada vez mais valorizado (BRASIL, 1997, p.15).

Apesar de não ser uma disciplina eletiva do currículo de ciências, tanto no Ensino Fundamental, como no Ensino Médio, a Astronomia ainda é bastante valorizada nos PCN's. No PCN de Ciências Naturais do Ensino Fundamental, por exemplo, é possível encontrarmos uma gama de conhecimentos astronômicos que o professor pode trabalhar em sala de aula, ou fora, com seus alunos. Vejamos o que diz o PCN de Ciências Naturais relativo ao 1º e 2º ciclos.

No início do tópico '*Ciências Naturais e Tecnologias*', há uma referência clara à importância da Astronomia quando se escreve que foram os trabalhos astronômicos realizados por Copérnico, Kepler e Galileu que iniciaram as

rupturas paradigmáticas que conduziram à revolução científica dos séculos XVI e XVII.

No tópico '*Aprender e Ensinar Ciências no Ensino Fundamental*', vemos que a Astronomia é colocada junto à Física, à Química, à Biologia e às Geociências como uma Ciência que possui um conhecimento de maneira estruturada e formalizada, mas que ainda está muito longe da vida diária do aluno do Ensino Fundamental. Lendo o texto, percebemos que nele a Astronomia é caracterizada como uma Ciência formal, mas que pode indicar caminhos bem organizados para diversos projetos escolares.

No tópico '*Os Conteúdos de Ciências Naturais no Ensino Fundamental*', verificamos que os conteúdos foram agrupados em blocos temáticos com procedimentos, atitudes e conceitos para a sua compreensão. A Astronomia entra neste tópico junto com a Biologia, Física, Química e Geociências e a Tecnologia, como um corpo de conhecimento teórico que "deve ser levada pelo professor em seu planejamento" (BRASIL, 1997, p.33).

Os blocos temáticos que são propostos no PCN de Ciências Naturais do Ensino Fundamental são: recursos tecnológicos; ser humano e saúde; ambiente e Terra e Universo. "Os três primeiros blocos se desenvolvem ao longo de todo o Ensino Fundamental, apresentando alcances diferentes nos ciclos. O bloco Terra e Universo só será destacado a partir do terceiro ciclo..." (BRASIL, 1997, p.34)

Neste momento, entra uma questão que vem a ser importante para o ensino-aprendizagem de Astronomia. Os conteúdos desta Ciência, como mostrado no parágrafo anterior, somente serão apresentados a partir do terceiro ciclo do Ensino Fundamental. Mas o que acontece com 1º e 2º ciclos? Observamos no PCN que para estes ciclos que não há conteúdos astronômicos definidos para se trabalhar com os alunos. Mesmo havendo a sugestão de o professor relacionar o conhecimento astronômico com outros assuntos, já que a Astronomia tem o caráter interdisciplinar, isto é definido e fica muito subjetivo para o educador, principalmente se ele não tiver conhecimento e os meios necessários para tal empreitada. Será que uma criança do Ensino Fundamental dos dois primeiros ciclos não tem condições de se familiarizar com um universo astronômico? Será que não é possível

introduzirmos conteúdos de Astronomia que seja adequado ao nível de desenvolvimento intelectual de uma criança desta faixa etária?

Apesar de não estar no tema de nosso trabalho e, portanto, não termos feito nenhum estudo sobre este assunto, acreditamos ser possível realizar trabalhos que façam com que a criança nos anos iniciais de escolarização comece a se familiarizar com a linguagem e os conceitos da Astronomia. Um exemplo do que poderia ser trabalho com a criança seria a observação daquilo que está “lá no alto” que faria parte da Terra e do céu (Universo). Claro que teríamos que trabalhar com a criação a definição de “alto” e de “céu”, mostrando para ela que as aves, os balões e os aviões, apesar de estarem bem alto, fazem parte da Terra. Já as estrelas, planetas, Lua e Sol, também estão lá no alto, mas tão distante de nós que não fazem parte de nosso planeta.

Questões como estas, sabemos, não são tão simples, mas acreditamos que se prepararmos os professores para trabalharem Astronomia nos anos iniciais, poderemos obter bons resultados.

Voltando ao projeto, é no PCN de Ciências Naturais para o 3º e 4º ciclos que observaremos a inserção de temas astronômicos no interior do eixo temático ‘Terra e Universo’. Para o 3º ciclo vemos que os professores poderão trabalhar com:

- Observação direta, busca e organização de informações sobre a duração do dia em diferentes épocas do ano e sobre os horários de nascimento e ocaso do Sol, da Lua e das estrelas ao longo do tempo, reconhecendo a natureza cíclica desses eventos e associando-os a ciclos dos seres vivos e ao calendário;
- Busca e organização de informações sobre cometas, planetas e satélites do Sistema Solar e outros corpos celestes para elaborar uma concepção de Universo;
- Caracterização da constituição da Terra e das condições existentes para a presença de vida;
- Valorização dos conhecimentos de povos antigos para explicar os fenômenos celestes. (BRASIL, 1998, p.66)

No 4º ciclo observamos os seguintes temas astronômicos:

- Identificação, mediante observação direta, de algumas constelações, estrelas e planetas recorrentes no céu do hemisfério Sul durante o ano,

compreendendo que os corpos celestes vistos no céu estão a diferentes distâncias da Terra;

- Identificação da atração gravitacional da Terra como a força que mantém pessoas e objetos presos ao solo ou que os faz cair, que causa marés e que é responsável pela manutenção de um astro em órbita de outro;
- Estabelecimento de relação entre os diferentes períodos iluminados de um dia e as estações do ano, mediante observação direta local e interpretação de informações deste fato nas diferentes regiões terrestres, para compreensão do modelo heliocêntrico;
- Comparação entre as teorias geocêntrica e heliocêntrica, considerando os movimentos do Sol e demais estrelas observados diariamente em relação ao horizonte e o pensamento da civilização ocidental nos séculos XVI e XVII;
- Reconhecimento da organização estrutural da Terra, estabelecendo relações espaciais e temporais em sua dinâmica e composição;
- Valorização do conhecimento historicamente acumulado, considerando o papel de novas tecnologias e o embate de ideias nos principais eventos da história da Astronomia até os dias de hoje. (BRASIL, 1998, p.95)

No volume 2 - *Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias* das Orientações Curriculares Para o Ensino Médio (PCN<sup>+</sup>), também podemos encontrar a inserção da Astronomia em alguns tópicos dentro do currículo de Física. Esta inserção está no interior da disciplina de Mecânica, mais especificamente dentro do tema *gravitação* em que a Astronomia é sugerida como uma grande oportunidade para se discutir temas relacionados a aspectos físicos, históricos e filosóficos (BRASIL, 2006, p.56)

### **1.3. Levantamento dos principais problemas do ensino-aprendizagem de Astronomia no Brasil**

Três dos principais problemas hoje existentes no ensino-aprendizagem de Astronomia no Brasil, segundo a literatura na área, são: a má formação dos professores quanto aos conceitos básicos de Astronomia, as pré-concepções de professores e alunos sobre os fenômenos astronômicos e os erros conceituais encontrados em livros didáticos de ciências, muitas vezes causados pela falta de conhecimento do(s) autor(es) destes manuais.

Há muitos anos, uma série de autores vem se dedicando na identificação, análise e apresentação de possíveis soluções para todos estes

problemas do ensino-aprendizagem da ciência astronômica. Alguns deles são Barrabín (1995), Caniato (1995), Bisch (1998), Sobreira (2002), Canalle (2003), Marshall (2003), Selles e Ferreira (2004), Leite e Hosoume (2005), Rodrigues (2007), Langhi e Nardi (2007), Krstovic *et. al.* (2009), dentre muitos outros.

Neste momento, faremos uma rápida apresentação destes problemas, já que nossa intenção não é aprofundá-los, pois todos os autores ora citados já o fizeram – e ainda fazem – com maestria. Contudo, acreditamos que esta apresentação venha a ser importante para a amplitude estrutural de nosso trabalho com o intuito de mostrar que ainda existem outras questões que devem ser levadas em consideração para uma melhora do ensino-aprendizagem da ciência astronômica no Brasil utilizando a abordagem CTS.

### **1.3.1 - As pré-concepções de professores e alunos**

Não há como negarmos que a Astronomia desperta a atenção das pessoas, mesmo daquelas que não se interessam em estudá-la ou praticá-la. As crianças, por exemplo, se deleitam ao observarem algum objeto celeste ao telescópio em um observatório ou, então, ao assistirem um documentário sobre o Universo na televisão. Puzzo *et. al.* (2004, p.2) de certa maneira mostram a mesma coisa ao dizerem que “no Ensino Fundamental, as crianças estão sempre muito interessadas em descobrir como os fenômenos astronômicos acontecem e com que frequência e são sempre muito curiosas e motivadas em relação aos fenômenos celestes...”.

Hoje temos uma tecnologia que, de certa maneira, revolucionou e democratizou o acesso das pessoas ao conhecimento astronômico. Trata-se da Internet, que disponibiliza aos usuários uma quantidade de informação nunca antes vista. Muitos devem se lembrar que até o surgimento da Internet, os únicos recursos que tínhamos para estudar eram os cursos e visitas a observatórios, planetários e universidades ou a compra dos raros livros e revistas<sup>12</sup> que estavam disponíveis nas prateleiras das livrarias. Era uma

---

<sup>12</sup> As revistas destinadas somente à divulgação da Astronomia as americanas *Astronomy* e *Sky&Telescope*. Quando começaram a aparecer as revistas de divulgação científica para o

verdadeira caça às informações e novidades astronômicas. Hoje, basta escrever 'Astronomia' em um buscador na Internet para aparecer um número enorme de páginas com este tema.<sup>13</sup>

Apesar de toda informação sobre Astronomia que temos hoje disponível, ainda é possível observarmos pessoas que desconhecem seus conceitos mais elementares. O pior de tudo, é que este desconhecimento conceitual é carregado por gerações. Estudos como de Canalle et. al. (2006) e Scarinci e Pacca (2005) apontam que muitas pessoas têm suas próprias “teorias” sobre os fenômenos astronômicos e acreditam fielmente nelas.

Estas “teorias” que as pessoas desenvolvem sobre os fenômenos da natureza são denominadas *pré-concepções*. Marshall (2003, p.2) diz que as pré-concepções são também conhecidas por “noções preconcebidas, crenças não-científicas, teorias ingênuas, concepções mistas ou mal-entendidos conceituais”.

Mas por que tudo isto acontece? Alguns pesquisadores como Yair, Mintz e Litvak (2001, *apud* Krstovic et. al., 2008, p.2) nos dão algumas pistas. Ao desenvolverem trabalhos com estudantes, os autores citados dizem que

muitos alunos possuem concepções iniciais dos fenômenos astronômicos, e à medida que crescem, suas primeiras ideias são provavelmente influenciadas por informações erradas apresentadas na cultura do cotidiano e da mídia de massa, tais como filmes de ficção científica e séries de TV. Muitas pré-concepções estão tão profundamente enraizadas que são transportadas até a idade adulta.

Pozo (2010) tenta mostrar, através de análise psicológica dos estudantes, as possíveis origens das concepções alternativas sobre os conceitos científicos que estão, como ele diz, em contínua interação:

**Origem sensorial: Concepções espontâneas.** Formar-se-iam na intenção de dar significado às atividades cotidianas e se baseariam essencialmente no uso de regras de referência de causalidade aplicadas aos dados coletados – no caso do mundo natural – mediante processos sensoriais e perceptivos. Estas regras consistiriam nos mecanismos de busca de

---

grande público, como a revista Super Interessante, as pessoas começaram a ter um número maior de textos sobre Astronomia.

<sup>13</sup> Resta saber se todas essas páginas são confiáveis nas informações que trazem e como elas apresentam a ciência astronômica para as pessoas.

causalidade utilizados no conhecimento do cotidiano, consistentes basicamente em princípios associativos. Constituiriam uma “metodologia da superficialidade”, segundo a expressão de D. Gil, oposta a metodologia científica. [...]

**Origem cultural: Concepções sociais.** A origem destas concepções não estaria tanto dentro do aluno como em seu entorno social, em cujas ideias se impregnaria. A cultura é entre outras coisas um conjunto de crenças compartilhadas por determinados grupos sociais, de modo que a educação e a socialização teriam entre suas metas prioritárias a assimilação dessas crenças por parte dos indivíduos. Como o sistema educativo não é hoje o único veículo – e em muitos casos nem se quer o mais importante – de transmissão cultural, os alunos assistiriam as aulas com crenças socialmente induzidas sobre numerosos fatos e fenômenos. [...]

**Origem educativa: Concepções escolares.** Ao se falar de conhecimento prévio, se ouvia com frequência que sua origem não está somente fora da escola, mas também nela. Neste sentido, se vem destacando como origem de algumas concepções alternativas (aquí sempre nomeadas como “ideias errôneas”) os próprios materiais e atividades didáticas (erros nos livros, falta de formação de professores diante de novos problemas no contexto do ensino construtivo etc.). Mas também, todo o ensino científico supõe a apresentação ou construção de modelos que atuam como analogias y que podem ser transferidos a novas situações ou contextos. [...]. À medida que o conhecimento científico se faz mais abstrato [...], é preciso apresentar ao aluno modelos ou analogias [...]. Estas concepções seriam muitas vezes “resíduos” não intencionados do currículo de ciências.”

Uma questão importante que devemos levar em consideração sobre as teorias ingênuas é que as crianças já chegam à escola com seus próprios pensamentos sobre os fenômenos astronômicos e científicos. Muitas vezes isto se deve ao convívio com adultos que não possuem uma alfabetização científica crítica e coerente com a Ciência atual. Devido a isto, esta criança assimilará conceitos errados sobre Astronomia e Ciência de modo geral que serão difíceis de serem corrigidos ao adentrar na escola.

Mckinnon e Geissinger (2002, p.125) dizem que “a literatura sobre o aprendizado de Astronomia das crianças mostra que o problema central reside nos equívocos realizados pelos adultos que podem reforçar os realizados pelos alunos”. Skamp (1998, *apud* Mckinnon e Geissinger, 2002, p.125) afirma que “os adultos, incluindo os professores, carregam as pré-concepções sobre os fenômenos da astronomia, como a gravidade na Lua, as fases lunares, a composição dos planetas e a forma das estrelas”.

Não é difícil percebermos, então, que as pré-concepções sobre fenômenos astronômicos que os alunos possuem são as mesmas dos professores, o que agrava ainda mais a situação de uma alfabetização científica. Mant (1993, *apud* Krstovic et. al., 2008), ao realizar um trabalho com professores constatou três problemas quanto aos seus conhecimentos astronômicos:

1. Os professores não têm um bom conhecimento observacional sobre o que ocorre no céu;
2. Muitos dos modelos mentais do Universo de posse dos professores não estavam de acordo com os modelos científicos;
3. Muitos professores fornecem explicações errôneas para fenômenos como o dia e a noite, as estações do ano e as fases da Lua.

Questionários aplicados por Schoon (1992, *apud* SOBREIRA, 2010, p. 41) a estudantes e adultos sobre alguns temas astronômicos mostraram que:

Dentre os resultados da pesquisa, constatou-se que a maioria (82,4%) acredita que, ao meio-dia, o Sol está sempre no topo do céu; 77,6% deles afirmam que o Verão é mais quente que o Inverno porque a Terra está mais próxima do Sol; e 58,6% citam que o Sol se põe no ponto cardeal Oeste, diariamente.

Marshall (2003, p.4) também nos fornece uma possível explicação do motivo das pré-concepções persistirem nas crianças e de como enfrentá-las:

A persistência das pré-concepções nos dá uma pista de como enfrentá-las. Os professores e os pais frequentemente não estão atentos as incorretas ideias científicas das crianças. Como resultado, os adultos são incapazes de desafiar o pensamento dos estudantes. As pré-concepções também persistem nas crianças porque na escola não são ensinadas a elas as habilidades do pensamento crítico. Em vez disso, as crianças são ensinadas a memorizar fatos e a fazerem testes de múltipla escolha. Como resultado, quando os estudantes são apresentados a informações incompletas ou novas, muitos não conseguem elaborar questões ou desafios diferentes para a nova informação, causando as pré-concepções que criam raízes e florescem.

Vemos, então, que na escola os alunos não são estimulados pelos professores a terem um pensamento crítico de maneira que façam com que

mudem suas teorias ingênuas, pois os próprios professores têm deficiência de conhecimento dos conceitos da Astronomia.

### **1.3.2 - A Deficiente Formação Acadêmica dos Professores de Ciências na Área de Astronomia**

Scarince e Pacca dizem que

na escola é fácil ouvir das crianças que já estudam ciências (no currículo) explicações para as estações do ano, dia e noite, eclipses, estrelas e constelações que estão longe das aceitas cientificamente, mas que deverão evoluir para estas ao longo da aprendizagem. *O papel do professor é encontrar os meios adequados para isso ocorrer* (2006, p.1 – grifo nosso).

A fala destas duas pesquisadoras focaliza o professor como o agente fundamental da mudança de uma visão simplista e ingênuas dos fenômenos astronômicos apresentada pelos alunos para uma visão que incorpore o que a atual Astronomia apresenta sobre o que é o Universo. No entanto, como já assinalado por Mant (1993, *apud* Krstovic et. al., 2008), os professores possuem deficiências conceituais quanto ao conhecimento da ciência astronômica.

A deficiente formação dos professores de Magistério, de Pedagogia e de Licenciatura é um dos principais problemas enfrentados hoje na educação brasileira já que, como diz Megid Neto *et. al.* (2007, p.74), “esta formação inicial [...] ocorre, em sua maioria, de forma precária, com assistência de profissionais do ensino mal preparados e desatualizados”.

Carvalho (1991, *apud* Megid Neto et. al. 2007, p.74) acrescenta a este tema que

[...] um grande problema da nossa realidade está relacionado à formação inicial dos professores atuantes nas escolas da educação básica, a qual se dá majoritariamente em faculdades privadas de baixo padrão educacional, o que provoca uma necessidade imediata de atualização ou pós-graduação [...].

Sabemos, contudo, que o professor não é o único culpado pela atual situação educacional em nosso país. Esta questão envolve interesses políticos, de estruturas educacionais, de formação acadêmica, dentre outros. Os meios de comunicação constantemente alertam para os problemas que os professores hoje enfrentam, como baixos salários, pouca ou nenhuma condição material e de segurança, não formação específica para atuar em uma disciplina etc.

Para darmos um exemplo, uma reportagem publicada em 2007 no jornal *O Globo Online* (2007)<sup>14</sup> mostrava uma triste realidade vivida nas escolas brasileiras. Esta reportagem, que se baseava em dados de 2003 para alunos de 5ª a 8ª séries do Ensino Fundamental, expunha a seguinte questão sobre a educação brasileira:

Um estudo do Ministério da Educação (MEC) revela que sete em cada dez professores de ciências das escolas no Brasil não têm formação específica para lecionar a disciplina. A maioria fez faculdade em outra área e alguns não têm sequer diploma universitário.

Vemos ainda na mesma reportagem que

A capacitação inadequada dos professores aliada à falta de infra-estrutura para as aulas práticas e experimentação nas escolas também foram apontadas por especialistas como causas que contribuem para o fraco desempenho dos alunos e os resultados do ensino brasileiro (no Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA)).

Será que essa realidade, depois de sete anos, mudou drasticamente em nosso país ou continuamos a amargar as últimas posições no ranking mundial?

Os resultados do Pisa 2009 revelam um dado pouco animador para o Brasil: o país continua abaixo da média mundial em leitura, matemática e ciência, apesar de ter ficado numa situação um pouco melhor em relação aos resultados do Pisa 2007<sup>15</sup>. O que acabamos de ver expõe o quadro alarmante de o Brasil estar sempre entre os países com os piores resultados dos exames

---

<sup>14</sup> Fonte: <<http://oglobo.globo.com/educacao/mat/2007/12/01/327404410.asp>>

<sup>15</sup> Em 2007, na área de Ciências, o Brasil ficou em 52º lugar com 57 países participantes e em 2009 conseguiu ficar em 53º numa lista de 65 países.

internacionais para avaliação do conhecimento dos estudantes. Hamburger (2007, p.93) diz o seguinte sobre os estudantes aqui no Brasil:

[...] exames internacionais, como o Program for International Student Assessment (Pisa), da Organization for Economic Cooperation and Development ([www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)), aplicado a alunos de quinze anos, mostram desempenho muito inferior a quase todos os países ditos desenvolvidos ou em desenvolvimento [...].”

É por esse motivo que concordamos com Hamburger quando diz que “a formação de professores é o elemento pedagógico chave para a melhoria da educação, embora não seja por si só, suficiente para garantir o sucesso (2007, p.94).

Apesar do esforço em se criar e atualizar a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) dentre outros mecanismos para estruturar e dar novos rumos à educação brasileira, pouca coisa realmente mudou. Hamburger ainda afirma que

Para o ensino de Ciências, a situação não parece ter melhorado com a exigência de nível superior; os futuros professores continuam aprendendo muito pouca ciência e têm dificuldade de tratar temas científicos em aula. Em especial, não se sentem preparados para realizar experimentos ou observações em classe com os alunos. (2007, p.96)

Pelo exposto acima, não é difícil verificarmos que se o professor não estiver adequadamente preparado para lecionar sua disciplina, não será capaz de auxiliar e incentivar seus alunos em aulas teóricas e, muito menos, nas aulas práticas de observação e de experimentação, a questionar, por exemplo, as teorias científicas e os benefícios e malefícios do uso da tecnologia no dia a dia.

A preparação do professor para lecionar Ciências é, então, fundamental. No caso da Astronomia, é necessário que esta preparação do docente esteja inserida nos currículos dos cursos de graduação para que ele tenha condições de estimular e ajudar seus alunos a conhecerem o Universo. De certa maneira isto já vem sendo feito segundo Puzzo et. al. (2004, p.1), pois há “inclusão da

disciplina Astronomia, como disciplina obrigatória do currículo, em alguns cursos de graduação de Licenciatura em Ciências”, em cursos de Física, além de cursos específicos de Astronomia.

Segundo Rocha-Pinto et. al (2010) atualmente existem dois cursos de graduação em Astronomia propriamente ditos no país (na UFRJ e na USP), além de um curso de Física com Habilitação em Astronomia (USP) e um curso de Física com Ênfase em Astronomia (UNIBEM). Em 2010 terá início, na UFRGS, um curso de Física com Ênfase em Astrofísica.

Vários cursos de Física oferecem disciplinas optativas em Astronomia & Astrofísica, tais como os cursos de Física da UFMG, UFRN, UFV, UFSC, UEFS, UESC, UEPG, UFRJ, UNESP, UFPR (Rocha-Pinto et al. 2010), UFRGS e UFU. Também encontramos a disciplina Astronomia em cursos de Licenciatura em Ciências, tais como no Instituto Federal Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul: Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física e na Universidade Estadual de Maringá – Campus Regional de Goioerê – Licenciatura Plena em Ciências.

Não tivemos a intenção de fazer um levantamento completo da existência da disciplina Astronomia em cursos de graduação, portanto, o número de universidades envolvidas deve ser maior do que o listado acima.

Mesmo que se inclua a Astronomia nos currículos das Licenciaturas em Física e Ciências e nos de Pedagogia, o contingente de professores hoje em atividade é muito grande. É necessário, então, que estes professores frequentem cursos de formação continuada. Queremos dizer com isto que a formação continuada de professores é algo que os órgãos responsáveis, como o Ministério da Educação, as Secretarias da Educação dos Estados e Municípios, os sindicatos de professores e, por ventura, as ONG's devem investir a todo o momento.

Precisamos, então, como diz Fusari (2010, p.14) “colocar um fim a uma concepção de competência docente inata (“dom”), estática, fechada e acabada, estimulando, nos educadores, uma atitude de busca contínua de aperfeiçoamento do seu processo de desenvolvimento pessoal (cidadania) e profissional (trabalho)”, pois a formação continuada de professores é

[...] uma atividade vital e social que, como processo educativo, pode assegurar ao professor a apropriação de conhecimentos, habilidades e valores fundamentais da cultura humana – atividade para si, de modo que a objetivação desses conhecimentos, habilidades e valores possa criar possibilidades de crescimento individual e coletivo dele próprio e de seus alunos para além das atividades em si (ROSEMBERG, 2000, p.9).

Não entraremos no mérito da qualidade dos programas de formação continuada dos professores. Contudo, acreditamos que estes programas podem ser uma importante alternativa ao grande déficit de conhecimento destes profissionais no que diz respeito à Astronomia. Vários autores já vêm trabalhando com este tema, como Bretones (2006), Pinto et. al (2007), Langui e Nardi (2008), Iachel et. al (2009), dentre outros.

Tendo profissionais preparados para ministrar aulas, produzir materiais e desenvolver atividades práticas para atender a carência dos docentes, será possível garantirmos uma maior qualidade do ensino-aprendizagem da ciência astronômica.

### **1.3.3 - Erros Conceituais de Astronomia em Livros Didáticos de Ciências**

A Astronomia nos livros didáticos de ciências<sup>16</sup> é um tema que vem sendo analisado e discutido há muito tempo por vários autores, como Canalle et. al. (1997), Selles e Ferreira (2004), Leite e Hosoume (2005), Rodrigues (2007), Langhi e Nardi (2007). Este tema é importante por que muitos professores e alunos têm somente o livro didático de ciências como único meio de informação e consulta para suas aulas (LANGHI e NARDI, 2007) e se este material possuir erros conceituais, poderá ser um grave problema educacional.

A preocupação com os textos de Astronomia em Livros Didáticos de Ciências e em outros materiais do gênero como as apostilas que são dadas às escolas estaduais tem seu motivo de ser. Afinal de contas, apesar da melhoria

---

<sup>16</sup> O tema “o livro didático de ciências” será discutido em outro capítulo. Por hora, estaremos trabalhando a questão dos problemas conceituais da Astronomia existentes nestes livros.

deste material nestes últimos anos, eles possuem ainda, infelizmente, erros conceituais astronômicos e de figuras mal construídas que induzem o professor a perpetuá-los a seus alunos.

Tomemos como exemplo de erros conceituais e de figuras nos textos de Astronomia aqueles encontrados em duas coleções de Ciências de 2009.

Na coleção de Ciências para o 6º ano do *Projeto Radix – raízes do conhecimento* – caderno do professor – de FAVALLI, PESSÔA e ANGELO (2009, p.210) observamos uma gravura de 1513 de Ambrosius Macrobius (ver figura 3). No crédito desta gravura, os autores colocam que ela representa três astrônomos árabes realizando observações dos astros.



Figura 3: Esta gravura<sup>17</sup> de 1513 está no livro *In Somnium Scipionis* de Ambrosius Macrobius. Ela mostra astrólogos árabes observando o céu.

Até este momento, parece que não há nada de errado. Contudo, os problemas começam nos créditos da gravura, já que, tudo indica, Macrobius quis representar não astrônomos observando o céu, mas sim astrólogos. Não entraremos, neste momento, em detalhes histórico-culturais sobre a

---

<sup>17</sup> Imagem obtida em  
<<http://www.corbisimages.com/Search#p=1&q=ambrosius%20macrobius>>. Acesso em  
20/12/2010.

proximidade da Astrologia com a Astronomia e dos astrólogos com os astrônomos no final da Idade Média, pois, neste período não havia esta distinção como temos hoje.

A questão que realmente nos interessa está na segunda de quatro perguntas que os autores sugerem para que o professor faça a seus alunos após verem a gravura. A pergunta diz o seguinte: “Na imagem acima são representados instrumentos utilizados pelos povos antigos na observação dos astros. Identifique e cite um destes instrumentos”. Em seguida, vem a resposta sugerida aos professores: *astrolábio e luneta*.

Se observarmos bem a ilustração de Macrobius, veremos que não há nenhuma luneta nela. A luneta, na realidade, seria inventada cerca de 100 anos mais tarde após a confecção desta gravura. O que os autores tomaram por luneta é o instrumento que o astrólogo do centro está utilizando. Não está bem claro o desenho, mas, talvez, ele seja o *Kamal*, instrumento chamado pelos portugueses do período das Grandes Navegações de ‘Balestilha dos Mouros’. Observamos que o astrólogo da direita está segurando outro instrumento de medição de ângulos chamado *Quadrante*. Já o astrólogo da esquerda parece utilizar mais um instrumento de medição de ângulos que também não está muito claro na figura. Não é possível, entretanto, afirmarmos que seja um astrolábio. Se ainda prestarmos bem a atenção na gravura, veremos aquele que talvez seja um dos instrumentos mais antigos conhecidos: o *Gnômon*.

Em resumo, vemos que os autores não souberam interpretar esta figura de maneira histórica e de instrumentalização astronômica. É possível que nem tenham mostrado esta figura para um especialista. Devido a isto, passaram informações erradas ao professor e ao aluno.

Um exemplo de conceito que não condiz com a Astronomia moderna pode ser visto na coleção de 2009, *Ciências – Novo Pensar* para o 6º ano de GOWDAK e MARTINS.

O equívoco que eles cometeram foi no momento em que falam sobre a Teoria do Big Bang. Eles assim escrevem:

A teoria do Big Bang explica que todo o material que forma o Universo estava aglomerado num único ponto do espaço até

que, há 13 ou 15 bilhões de anos, ocorreu uma grande explosão. Os pedaços ou fragmentos formaram os corpos celestes e as galáxias que conhecemos hoje, e estes logo começaram a se afastar, aumentando as distâncias entre si (GOWDAK e MARTINS, 2009, p.16)

Vemos nestes dois parágrafos vários problemas. No primeiro, os autores colocam que “todo o material que forma o Universo estava aglomerado num único ponto do espaço”. A questão aqui é que, segundo a Ciência moderna, antes do Big Bang não havia o espaço. É até possível aceitarmos que é um modo simples de falar para uma criança, mas não condiz com a atual realidade científica. Outra questão, ainda neste parágrafo, é que não houve uma ‘explosão’ como a de uma bomba. Lembremos que o termo ‘Big Bang’ foi uma brincadeira de certos astrônomos que não aceitavam a ideia de um tempo inicial para o Universo.

O equívoco maior deste parágrafo é quando os autores escrevem que “Os pedaços ou fragmentos formaram os corpos celestes e as galáxias que conhecemos hoje...”. Pedaços ou fragmentos de que? Novamente, vamos lembrar que o Big Bang não foi uma explosão, portanto, não houve fragmentos, resquícios de nada. Não vamos descrever o processo de formação da matéria logo após o tempo zero da formação do Universo, pois não é nosso objetivo. Mas colocar este tipo de frase é um grande equívoco conceitual.

Não tão grave como os relatos citados acima, mas, também, um equívoco, é: “os fragmentos formaram os corpos celestes e as galáxias”. Ora, as galáxias também são corpos celestes<sup>18</sup>.

Apesar de tudo o que expomos acima, há quem diga que nestes últimos anos houve uma melhora no ensino-aprendizagem de Astronomia devido às pesquisas neste assunto e as recomendações do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Em artigo recente, Leite e Hosoume (2009, p.5) mostram este fato ao dizerem que “o ensino de astronomia na educação fundamental teve avanço considerável em termos de qualidade conceitual e temático, indicando que a reforma educacional no âmbito da proposição em livros didáticos, foi bastante significativa”.

---

<sup>18</sup> Para nós seria melhor dizer ‘*objetos celestes*’ para não correr o risco de alguém pensar que corpo celeste é algo vivo.

De qualquer modo, ainda há muito por fazer. O tema Astronomia nos livros didáticos de Ciências possui várias questões que ainda merecem ser discutidas e avaliadas. Mas quais são os principais erros conceituais encontrados nos textos de Astronomia que proporcionaram, nestas últimas décadas, vários estudos?

Langhi e Nardi (2007, p.5) apontam alguns dos erros mais comuns, como: “as estações do ano; Lua e suas fases; movimentos e inclinação da Terra, representação de constelações; estrelas; dimensões dos astros no Sistema Solar; número de satélites e anéis em alguns planetas; pontos cardeais; características planetárias; aspectos de ordem histórica e filosófica relacionados com Astronomia”.

Percebemos, então, que os problemas conceituais e de figuras mal construídas encontrados em Livros Didáticos de Ciências têm profunda repercussão no ensino-aprendizagem de Astronomia. Basta pensarmos, por exemplo, em um professor sem preparo nos temas básicos de Astronomia utilizando o livro didático em suas aulas. Se este professor se basear somente neste material como referência, os erros contidos neste livro serão transmitidos para seus alunos criando um círculo vicioso que pode não ter fim se não for corrigido.

## 2. O Livro Didático de Ciências

No tema Educação, um dos assuntos mais discutidos é o *livro didático*. Vários autores o vêm debatendo há muito tempo, tais como Pretto (1985), Fracalanza (1993), Mohr (1994), Amaral e Megid Neto (1997), Mortimer (1988), Pimentel (1988), Sponton (2000), Mendonça Filho e Tomazello (2002), Choppin (2004), Romanatto (2004), Fernandes (2005), Diniz e Tomazello (2006), Leão e Megid Neto (2006), Fracalanza e Megid Neto (2006), Amaral (2006), Signaski et al. (2008), Aguiar Jr. (2010), dentre muitos outros.

Neste momento, nos deteremos em algumas das questões que ora julgamos mais importantes<sup>19</sup> sobre o livro didático, para, em seguida, refletirmos mais especificamente sobre o livro didático de ciências. Não é nosso objetivo, contudo, aprofundar o que será tratado, mas simplesmente mostrar a relevância que hoje há neste material que possui funções variadas para a escola, para a sociedade e para corporações editoriais.

Para muitos, o livro didático pode parecer um tema simples. No entanto, esconde-se por detrás deste material, segundo Choppin (2004, p.552)

Uma literatura escolar que é complexa porque ela se situa no cruzamento de três gêneros que participam, cada um em seu próprio meio, do processo educativo: de início, a *literatura religiosa* de onde se origina a literatura escolar, da qual são exemplos, no Ocidente cristão, os livros escolares laicos “por pergunta e resposta” [...]; *literatura didática, técnica ou profissional* que se apossou progressivamente da instituição escolar, em épocas variadas [...]; enfim, a *literatura “de lazer”*, tanto a de caráter moral quanto a de recreação ou de vulgarização, que inicialmente se manteve separada do universo escolar, mas à qual os livros didáticos mais recentes em vários países incorporam seu dinamismo e características essenciais. (grifos nossos).

O livro didático possui uma complexidade que vai além do exposto por Choppin, pois há pesquisadores que o apontam como um instrumento político e ideológico. Nuñez *et. al.* (2003, p.1), por exemplo, nos dizem que no final da década de 30, “o livro era considerado uma ferramenta da educação política e ideológica, sendo caracterizado o Estado como censor no uso desse material

---

<sup>19</sup> Não que outras não tenham importância quando se trata do livro didático.

didático”. Fernandes (2005), por sua vez, coloca que os estudos iniciados na década de 60 mostraram o caráter ideológico dos livros didáticos, pois, nos textos e imagens, havia preconceitos acerca de segmentos da sociedade e de valores sociais capitalistas.

Choppin explora outra questão de interesse e importância sobre a ideologia inserida nos textos de livros didáticos. Ele diz que

[...] a imagem da sociedade apresentada pelos livros didáticos corresponde a uma reconstrução que obedece a motivações diversas, segundo época e local, e possui como característica comum apresentar a sociedade mais do modo como aqueles que, em seu sentido amplo, conceberam o livro didático gostariam de que ela fosse, do que como ela realmente é (2004, p.557).

Seguindo esse pensamento de interesses variados inseridos nos textos dos livros didáticos, vamos tomar um exemplo tirado do ensino-aprendizagem de Astronomia, mais especificamente “sobre as representações pictóricas das estações do ano nos livros didáticos” (SELLES e FERREIRA, 2004, p.102). Estas duas autoras realizaram um estudo dos erros encontrados sobre o tema ‘estações do ano’ e como ele é representado nos livros.

Ao analisarem ilustrações das estações do ano, as pesquisadoras verificaram que muitas daquelas que representam o inverno mostram bonecos de neves. Sabemos que não há nada de errado com esta representação da estação “mais fria” do ano. Contudo, Selles e Ferreira (2004, p.102) colocam que estas ilustrações são “o resultado de um processo construído sob influências histórico-culturais que terminaram por naturalizar esses conteúdos”, já que estas imagens não refletem a realidade de nosso país. Essas pesquisadoras dizem ainda que “boa parte dos problemas encontrados na forma como os livros didáticos vêm representando as estações do ano é fruto de uma importação acrítica de representações didáticas elaboradas no Hemisfério Norte”<sup>20</sup> (SELLES e FERREIRA, 2004, p.108).

É possível verificarmos, deste relato, que muitos autores de livros didáticos de ciências aqui do Brasil adotam figuras representando as estações

---

<sup>20</sup> Na realidade, ‘a importação acrítica de representações didáticas elaboradas no Hemisfério Norte’ que as autoras citam está ligada a determinados países, como os Estados Unidos, e não ao Hemisfério Norte como um todo.

do ano que não condizem com a realidade da população brasileira, principalmente no norte e nordeste<sup>21</sup>.

Outras características marcantes que observamos nos livros didáticos são apontadas por Amaral e Megid Neto (1997, p.13) ao mostrarem que, já no final dos anos 1990, “[...] a presença de preconceitos sociais, culturais e raciais são muito frequentes, porém **pontuais**, geralmente podendo ser detectados diretamente no texto, na atividade, na ilustração”.

Estas questões citadas, juntamente com os erros conceituais encontrados nos livros didáticos (AMARAL e MEGID NETO, 1997), se caracterizam como alguns dos principais problemas que verificamos ainda hoje nos manuais escolares, apesar do esforço dos representantes do Ministério da Educação (MEC) e do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) em minimizar esta situação.

Estas questões são importantes e devem ser debatidas, pois, como diz Fernandes (2005, p.122)

Os educadores são unânimes em afirmar que o livro didático exerce um papel preponderante no desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem nas escolas brasileiras, sobretudo nos estabelecimentos da rede pública de ensino, caracterizados pela carência de outros materiais de ensino.

O livro didático é, portanto, o principal, se não o único, instrumento pedagógico utilizado em sala de aula por muitos professores e alunos da rede pública de ensino de nosso país, como dizem AMARAL e MEGID NETO (1997) e FERNANDES (2005), por exemplo. Arriscamo-nos a dizer ainda que, para muitos estudantes, os livros didáticos serão os únicos materiais de estudo e leitura que terão durante suas vidas.

Para compreendermos a real valia do livro didático, temos que definir qual é a sua função ou funções dentro do contexto social e escolar. Para tanto, Choppin (2004, p.553), novamente, nos mostra uma possível resposta ao dizer que

---

<sup>21</sup> Sendo o Brasil um país com climas que variam do subtropical a equatorial, somente em alguns raros dias, e não em todos os anos, é que podemos ver certa quantidade de neve em alguns pontos isolados das serras gaúchas durante o inverno.

“[...] os livros didáticos exercem quatro funções essenciais, que podem variar consideravelmente segundo o ambiente sociocultural, a época, as disciplinas, os níveis de ensino, os métodos e as formas de utilização”. Sendo assim, para este pesquisador, as quatro funções seriam:

1. Função *referencial*: também chamada de curricular ou programática, desde que existam programas de ensino: o livro didático é então apenas a fiel tradução do programa [...] ele possui o suporte privilegiado dos conteúdos educativos, o depositário dos conhecimentos, técnicas ou habilidades que um grupo social acredita que seja necessário transmitir a gerações.

2. Função *instrumental*: o livro didático põe em prática métodos de aprendizagem, propõe exercícios ou atividades que, segundo o contexto, visam facilitar a memorização dos conhecimentos, favorecer a aquisição de competências disciplinares ou transversais, a apropriação de habilidades, de métodos de análise ou de resolução de problemas, etc.

3. Função *ideológica e cultural*: é a função mais antiga. [...] o livro didático se afirmou como um dos vetores essenciais da língua, da cultura e dos valores das classes dirigentes. [...] ele é reconhecido, assim, como a moeda e a bandeira, como um símbolo da soberania nacional e, neste sentido, assume um importante papel político.

4. Função *documental*: acredita-se que o livro didático pode fornecer, sem que sua leitura seja dirigida, um conjunto de documentos, textuais ou icônicos, cuja observação ou confrontação podem vir a desenvolver o espírito crítico do aluno. [...] supõe, também, um nível de formação elevado dos professores. (CHOPPIN, 2004, p.553)

Estas quatro funções nos fazem refletir sobre qual é o papel do livro didático no sentido de identificarmos suas deficiências e suas virtudes para professores e alunos. Para as possíveis virtudes ou vantagens do livro didático, Romanatto (2004, p.6) elenca algumas, como

- a) Aumento da capacidade de ler (aumento de vocabulário, aumento de compreensão do que se lê);
- b) Integração e sistematização da matéria (graças a uma sequência ordenada das lições);
- c) Facilitação de revisões periódicas;
- d) Desenvolvimento de hábitos de independência e de autonomia.

Apesar da melhora dos padrões dos livros didáticos nestes últimos anos, ainda há neles questões que vão além da ideológica e de erros conceituais que explanamos há pouco. Este material se tornou hoje “um filão

da indústria editorial brasileira” (FERNANDES, 2005, p.123), já que é um dos negócios mais lucrativos para editores, autores e pessoas envolvidas em sua confecção.

O livro didático se torna, assim, para Aguiar Jr. (2010), uma mercadoria que possui um valor de troca impulsionando o mercado editorial que é comandado por grandes corporações empresariais que visam o lucro. Este mesmo autor nos diz ainda que

O mercado do livro didático no Brasil é um dos maiores mercados editoriais do mundo. Entre 1994 e 2004, O PNLD (Programa Nacional do Livro Didático) adquiriu, para a utilização nos anos letivos de 1995 a 2005, 1,026 bilhão de unidades de livros distribuídos entre alunos matriculados do sistema público de Ensino Fundamental tendo investido, nesse período, R\$ 3,7 bilhões (AGUIAR JR., 2010, p.2).

Com dados de 2008, para mostrar algo mais recente, o investimento efetuado pelo Governo Federal através do PNLD-2009 foi de “R\$ 302,6 milhões, só com a compra de livros, sem computar os gastos com distribuição”. (BRASIL MEC, 2010). O governo brasileiro é, assim, o principal comprador de coleções didáticas da indústria editorial.

Sabemos que toda mercadoria tem que atender às exigências dos consumidores. Por este motivo, o livro didático tem que estar, em princípio, de acordo com os programas educacionais impostos pela nação e atender às expectativas daqueles que irão consumi-lo, ou seja, professores e alunos. Mas será que este material, em território nacional, atente realmente a todas as expectativas?

Percebemos que uma das questões que mais tem gerado críticas é o fato de o livro didático não atender às necessidades pelas quais deveria se destinar, pois seu conteúdo é voltado para alunos com sérios problemas de conhecimento e a professores com precária formação inicial ou continuada (ROMANATTO, 2004). Além disto, o livro didático é produzido “para uma criança genérica” (NUÑES *et. al.*, 2003, p.3) já que não leva em consideração as amplas questões histórico-culturais de cada região do país.

Estudos indicam que se o livro didático se aproximar da vida do aluno, sua compreensão será muito mais proveitosa. Cassab e Martins (2008, p.2) exploram bem esta questão quando colocam que

Alguns professores percebem diferenças entre a linguagem do livro e a linguagem do aluno que vai além do aspecto vocabular. Estas diferenças têm a ver com a realidade que o discente vivencia, que é distante da realidade do livro, e que as diferenças entre estes dois tipos de linguagens comprometem sua aprendizagem. Na óptica destes professores é necessário haver uma aproximação à linguagem do aluno para que novos significados sejam construídos ao longo de sua escolarização.

Ao não levar em consideração os aspectos histórico-culturais do aluno, o livro didático pode se tornar algo enfadonho e sem significado. Isto poderá conduzir o estudante a um processo de simples reprodução do conteúdo, em vez de auxiliá-lo a obter um pensamento independente e crítico para a construção do conhecimento.

No que diz respeito ao professor, sua relação com o livro didático também não é tão simples como parecer ser. Romanatto (2004) diz que os livros didáticos deveriam ser um instrumento de apoio a estes profissionais, mas que, ao contrário, vêm representando, na maioria dos casos, o papel de substituto do docente em sala de aula. Megid Neto e Fracalanza (2003) mostram também que o professor, cada vez mais, utiliza o livro didático como um instrumento bibliográfico em apoio às suas atividades em sala de aula ou, então, como objeto de apoio às atividades com os alunos em vez de utilizá-lo como um guia.

Alguns dos fatores que geram esta dissonância entre professores e livros didáticos já foram mencionados em momentos anteriores, como a má formação dos docentes em seus cursos de graduação e ao pouco ou nenhum apoio para sua formação continuada por parte das Secretarias de Educação Municipal, Estadual e Federal.

A carência de conhecimento que a maioria dos professores possui faz com que os livros didáticos sejam seus pontos de apoio e assumam, com isto, “o papel de currículo e de definidor das estratégias de ensino, interferindo de modo significativo nos processos de seleção, planejamento e desenvolvimento dos conteúdos em sala de aula (SIGANSKI *et. al.* 2008, p.4).

O que nos parece que está acontecendo é a perda total de autonomia do professor em sala de aula. Cada vez mais, os docentes não precisam mais pensar, pois basta abrir o livro e lá estará todo o conteúdo pronto, com os exercícios propostos feitos. Por este motivo, é necessário se definir

[...] o papel do professor na educação do terceiro milênio, entretanto, anterior a isso é importante entendermos qual a sua identidade profissional e qual a sua função na sala de aula, se a de retransmitir conteúdos e elaborados por estranhos sem nenhuma relação com a sua realidade e com a realidade de seus alunos ou de construir seu próprio conhecimento através de uma produção teórica consistente pautada em métodos e teorias (ALMEIDA *et. al.*, 2010, p.3)

## **2.1 - A ciência nos livros didáticos**

Os problemas relativos ao livro didático não se limitam ao que foi comentado até o momento. Veremos, a partir de agora, que também é motivo de crítica a própria maneira de apresentar e trabalhar a Ciência nestes manuais.

Uma das questões que se tem discutido sobre estes problemas é como fazer a transmissão do conhecimento científico de forma a não banalizá-lo, a não reduzi-lo a simples fatos históricos e a simplificá-lo sem perder o rigor que a Ciência exige. Isto, porque, como diz Silva (2007, p.23) “a teoria dos cientistas e a teoria ensinada pelo professor não são idênticas, como tão pouco o é a aprendida pelos alunos”.

O que muitos têm percebido, é que “com frequência os livros didáticos diluem fontes de conhecimento, simplificam-nas para torná-las acessíveis à compreensão do aluno. E raro são aqueles que o fazem com competência” (ROMANATTO, 2004, p.1). Romanatto (2004) vai mais longe quando coloca que, no passado, os livros eram recheados de textos longos e explicativos, em que cada assunto era abordado com amplitude. Hoje, estes manuais escolares se transformaram em simples compêndios bonitos e coloridos.

Uma questão que preocupa muito nos dias atuais é o fato de autores e editoras não terem mudado ainda a representação, nos livros didáticos, de uma Ciência acabada e linear, além da caracterização dos cientistas como os

grandes salvadores da humanidade. Outra questão preocupante, é não mostrar nos livros didáticos os impactos produzidos pela Ciência na sociedade, assim como a influência da sociedade nos caminhos tomados pela Ciência ao longo das eras. Megid Neto e Fracalanza (2006, p.161) dizem que

Apesar de todos os esforços empreendidos até o momento, ainda não se alterou o tratamento dado ao conteúdo presente no livro que configura erroneamente o conhecimento científico como um produto acabado, elaborado por mentes privilegiadas, desprovidas de interesses político-econômicos e ideológicos, ou seja, que apresenta o conhecimento sempre como verdade absoluta, desvinculado do contexto histórico e sociocultural.

Mas por que ainda pensamos a Ciência e os cientistas da maneira como foi apresentada na citação acima? Podemos encontrar uma possível resposta em Branco (1999, *apud* Martins e Guimarães, 2002 p.3) quando diz que

Parecem existir dois tipos de pensamento hoje: um predominante, dissociativo, elementarista ou reducionista, que procura reduzir o todo as suas partes elementares, a fim de considerá-las em separado, dada a impossibilidade de se abarcar o todo com um instrumental metodológico, e outro, unificado ou integrativo, baseado na concepção sistêmica de vida que não reconhece, nas partes, a existência fragmentada do conteúdo do todo, que busca ver todos os seres e objetos da natureza como uma identidade cósmica, ou ainda, que vê nesses seres e objetos, distintas manifestações do mesmo cosmos.

Notamos na citação acima que o primeiro paradigma é fundamentalmente positivista baseado nas “ideias de Descartes pelas quais a natureza assim como o mundo passaram a ser compreendidos pelas leis matemáticas, de forma racional, objetiva e desumanizada, portanto mecânica” (MARTINS e GUIMARÃES, 2002 p.3). Disto resulta a ideia da superioridade e do domínio do ser humano perante a natureza usufruindo sem controle dos recursos naturais e destruindo o ambiente para objetivos diversos sem a preocupação com os possíveis resultados futuros. Esta concepção cartesiana que ainda pondera na mentalidade da grande maioria das pessoas, representa a verdadeira separação entre o ser humano e a natureza. Deste pensamento, aparece a visão equivocada de que a natureza pode e deve ser explorada e degradada, pois sempre ocorreu isto ao longo da história.

O segundo paradigma é oposto ao primeiro, já que “baseia-se na consciência do estado de inter-relação e interdependência essencial de todos os fenômenos [...]” (MARTINS e GUIMARÃES, 2002 p.4).

O que é possível percebermos na maioria dos manuais escolares é que os autores ainda trazem o tipo de visão antropocêntrica e cartesiana do primeiro paradigma, pois mostram o ser humano como senhor absoluto do mundo. Além disto, a Ciência é apresentada às crianças de maneira fragmentada e neutra, separada em blocos de conteúdos sem nenhuma ligação entre si.

Outro problema bastante comum encontrado nos livros didáticos é a noção de que a Ciência é cumulativa, ou seja, o conhecimento se constrói e se acumula com o passar do tempo. Uma analogia pertinente seria a de um pedreiro assentando tijolos para formar uma casa. Este pensamento pode levar as pessoas a acreditarem que a Ciência é sempre progressivista, nos induzindo ao falso resultado de que o que se sabia antes não vale mais nada e, por isto, não passa de um simples caso da visão dominante<sup>22</sup>. Tal pensamento resulta, como diz Borges (1982, p.15), em uma Ciência

[...] como a única dona da verdade, como um verdadeiro mito que passa a ser esperança para a solução de todos os problemas que afetam os homens. Assumir esta concepção é encarar o conhecimento científico como definitivo e estabelecer uma separação entre a ciência e as outras formas de conhecimento do homem e do mundo; é considerá-la como universal e defender a tese de sua neutralidade.

Estas questões abordadas a respeito de como é pensada a Ciência e de como deveríamos transmiti-la podem ser vistas nas políticas educacionais em âmbito federal, estadual e municipal. Os autores e editoras ao escreverem e

---

<sup>22</sup> Um exemplo rápido e clássico seria a questão da Teoria da Gravitação de Newton e Einstein. Quando Newton divulgou sua Mecânica Celeste, acreditou-se, em um primeiro momento, que tudo poderia ser explicado em seus fundamentos. O tempo mostrou que isto não era verdade e, com novos estudos e observações sistemáticas desde o século XVII feitos por inúmeras pessoas, Einstein melhorou a Mecânica newtoniana obtendo resultados mais expressivos de certos fenômenos que sua predecessora não dava conta de explicar. Se este fato histórico não for bem explicado, dá-se a impressão de que a Mecânica de Newton não serve mais para nada e, assim, deve-se usar somente a Mecânica de Einstein. Sabemos, contudo, que isto não é verdadeiro, pois a Mecânica newtoniana é utilizada em situações nas quais as velocidades são baixas.

produzirem os livros didáticos, respectivamente, deveriam seguir – ou pelo menos se basear – nos programas curriculares vigentes, como os PCN.

Nos PCN, verificamos esta nova postura de organizar o currículo de Ciências com o intuito de torná-la mais integrada à vida das pessoas. Afinal, os impactos provocados pela Ciência e Tecnologia (CT) no ambiente e na sociedade desde o final do século retrasado são evidentes.

Sem entrarmos ainda no mérito da questão, se foram boas ou ruins para o ambiente e para a humanidade as mudanças provocadas pela CT ao longo da história, temos que começar a apresentá-las aos estudantes o mais cedo possível, fazendo com que eles as conheçam e as debatam sobre seus benefícios ou malefícios. Esta apresentação sobre os problemas gerados pela CT nos currículos pode ser vista no PCN:

O modelo desenvolvimentista mundialmente hegemônico na segunda metade do século caracterizou-se pelo incentivo à industrialização acelerada, ignorando-se os cursos sociais e ambientais desse desenvolvimento. Em consequência, problemas sociais e ambientais, associados às novas formas de produção, passaram a ser realidade reconhecida em todos os países, inclusive no Brasil. Os problemas relativos ao meio ambiente e à saúde começaram a ter presença nos currículos de Ciências Naturais, mesmo que abordados em diferentes níveis de profundidade (BRASIL, 1998, p.20)

Mais adiante, vemos nos PCN que “as diferentes propostas (metodológicas) reconhecem hoje que os mais variados valores humanos não são alheios ao aprendizado científico e que a Ciência deve ser apreendida em suas relações com a Tecnologia e com as demais questões sociais e ambientais (BRASIL, 1998, p. 21).

### 3. O Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)

Apesar de ainda existirem pessoas que digam o contrário, é nítido que a Terra está passando por mudanças devido a um processo de degradação socioambiental. Há muito tempo, muitas pessoas vêm alertando para os riscos eminentes deste colapso que poderá afetar drasticamente a vida em nosso planeta. Mas, por que isto está ocorrendo?

Não há como dizermos que há um único motivo. Mas um deles pode ser o rumo que tanto a Ciência como a Tecnologia (CT) tomou a partir do final do século XIX, pois, neste momento histórico, elas começaram a se desenvolver a passos largos atingindo patamares nunca antes sonhados. O resultado deste desenvolvimento fez com que as pessoas acreditassem que a CT seriam as responsáveis para garantir o bem estar e a felicidade de todas as pessoas.

Contudo, o sonho de que CT trariam progresso, bem-estar e igualdade para todos começou a se esvaír em meados do século passado. Hoje, este sonho vem se tornando, em muitos casos, um verdadeiro pesadelo para a humanidade. Como podemos saber disto? Basta olharmos a nossa volta e lermos jornais e revistas, inclusive científicos, para verificarmos a crise socioambiental pela qual estamos atravessando, devido, em muitos casos, à ambições políticas e econômicas.

Terminamos, assim, a primeira década do século XXI travando uma dura batalha contra nossos desejos de consumo e poder. Muitos buscam hoje alternativas para uma vida que esteja voltada para a sustentabilidade e para uma nova ordem social, ecológica, cultural, política e científico-tecnológica.

É necessário mudarmos nossos hábitos para que as gerações vindouras não tenham que passar pela previsão pessimista que o físico inglês Stephen Hawking fez em uma entrevista para o site *Big Think* no dia 06/08/2010. Nesta entrevista, Hawking (2010) expressou que “o futuro em longo prazo da raça humana deve ser no espaço”, pois “será difícil se evitar um desastre no planeta Terra nos próximos cem anos [...]” (BIG THINK, 2010, s/p.). Mais a frente, Hawking explica o porquê acreditar nisto: “nossa população e nosso uso dos recursos finitos do planeta Terra estão crescendo de forma exponencial,

juntamente com nossa capacidade técnica de mudar o ambiente para o bem ou para o mal” (BIG THINK, 2010).

Vemos aqui um paradoxo bastante interessante. Ao mesmo tempo em que se acredita que CT podem resolver os grandes problemas e enigmas da humanidade, elas também podem se tornar o Armagedom que extinguirá a vida neste planeta.

Qual será, então, a melhor solução para resolver este problema? Qual o melhor caminho que devemos seguir?

Há quem diga que uma alternativa para mudarmos o atual quadro planetário seja discutir uma nova política para a CT, além de uma nova política para os currículos destinados à educação científica e tecnológica.

Afinal, como diz Bursztyn (2001, p.11)

[...] os recados que o século XX deixa para o seguinte, em termos do papel da ciência e da tecnologia, constituem um apelo por mudanças de conduta, resultado de pelo menos cinco categorias de impasses:

- A consciência das possibilidades reais de que a humanidade possa se autodestruir, pelo uso de seus próprios engenhos (bombas, mudanças climáticas, degradação das condições ambientais).
- A consciência da finitude dos recursos naturais (a escassez da água é apenas a ponta do iceberg).
- A consciência de que é preciso agir com cautela e considerar os aspectos éticos da produção de conhecimentos científicos e, sobretudo, do desenvolvimento de tecnologias (a *síndrome do aprendiz de feiticeiro*).
- A consciência de que mesmo não tendo resolvido a necessária solidariedade entre grupos sociais e povos, é preciso que se considere também o princípio da solidariedade em relação a futuras gerações (a ética da sustentabilidade).
- A consciência de que, na medida em que nossas sociedades vão ficando mais complexas, é preciso mais ação reguladora, o que normalmente se dá pelo poder público; hoje, com a crise do Estado, a regulação deve se valer de novas regulamentações e de uma crescente contratualização entre atores sociais (códigos de conduta, sistemas de certificação).

A CT tem provocado, nestas últimas décadas, inúmeras transformações culturais e econômicas na sociedade moderna. Ao olharmos à nossa volta,

perceberemos facilmente o quanto a Tecnologia, por exemplo, está presente em nosso lar, em nosso emprego e em nosso lazer.

Esta convivência que temos hoje com a CT nos passa a impressão de que nos relacionamos muito bem com elas, que as compreendemos e que podemos usufruí-las sem que isto tenha qualquer tipo de consequência. Contudo, não é bem isto que está acontecendo.

Não é de hoje que sociólogos, filósofos, educadores e, até mesmo, cientistas questionam o papel social, a finalidade, o valor educacional e a direção que a CT devem seguir para garantir o progresso e o bem-estar para pessoas sem acabar com recursos naturais do planeta.

Devido a isto, inúmeras críticas aos caminhos tomados pela CT vêm de longa data. Lacey (2009, p.681), por exemplo, nos revela que o matemático e filósofo alemão Edmund G. A. Husserl (1859-1938), já nos anos 30 do século passado, “defendeu que as ciências estão em crise” devido à maneira que elas estão sendo conduzidas pelos cientistas. Husserl (1970, p.6 *apud* LACEY, 2009, p.681) acreditava, já no início do século XX, que a forma de conduzir as ciências era “uma negligente renúncia das questões que são decisivas para uma humanidade genuína”. O sociólogo e filósofo J. Habermas (1983 *apud* SANTOS, 2002, p.1), por sua vez, diz que

a ciência e a técnica cumprem a função de legitimação da dominação, pois as metodologias científicas levam a uma dominação da natureza com uma eficácia cada vez maior, proporcionando os instrumentos para uma dominação cada vez mais eficiente do homem sobre o homem.

É importante deixarmos claro que não somos contra aos avanços e bem estar que a CT proporcionaram – e ainda proporcionam – para a humanidade. Avanços estes que produziram inúmeros benefícios, como as máquinas que diminuíram o trabalho braçal do homem, remédios para várias doenças, aparelhos eletrônicos, raio laser, sequenciamento do DNA de plantas e animais, entre outros. Contudo, não podemos deixar de olhar criticamente o outro lado da moeda. É necessário discutirmos o papel que tanto a Ciência, como a Tecnologia estão desempenhando nos complexos cenários sociais, políticos e econômicos neste início de século. Cenários que mostram, por exemplo, que em pleno século XXI “os avanços científicos e tecnológicos

obtidos não beneficiam a todos” (ANGOTTI e AUTH, 2001, p.16), pois há inúmeras pessoas que estão muito aquém de terem o mínimo que a CT tem a oferecer. Surge, assim, um quadro de desigualdade tecnológica que pode aprofundar ainda mais a desigualdade social, pois somente quem tem poder aquisitivo maior pode ter e usufruir das últimas gerações de produtos tecnológicos. Morozov (2010 apud Coelho, 2010) afirma que em meio à ladainha que as novas tecnologias de comunicação, em especial a Internet, disseminam e fortalecem a democracia, as plataformas descentralizadas como blogs e redes sociais são mais susceptíveis à manipulação do que a mídia tradicional. Ou seja, para esse autor a introdução de tecnologia em cenários de desigualdades, pode reforçar problemas já existentes.

Nesta linha, Daldegan (2004) nos diz que a Tecnologia pode despoluir rios, curar doenças, aumentar a duração da vida, mas pode também aumentar as diferenças sociais e o fosso que separa as sociedades afluentes daquelas que convivem com a miséria e a fome. Ainda segundo esse autor, pontualmente, a Tecnologia, sem dúvida, pode amenizar o sofrimento individual e salvar vidas, mas, de modo geral, não, pois o progresso tecnológico não está sendo suficiente para atender às mais básicas necessidades humanas.

É necessário compreendermos que as mudanças científicas e tecnológicas afetam demais nossas vidas e, por isto mesmo, segundo Hazen e Trefil (1995), temos que ter em mente a necessidade de construirmos uma base de conhecimento necessária para entendermos estas mudanças, assim como suas consequências para as gerações vindouras. Contudo, só iremos atingir este objetivo através de uma educação científica e tecnológica que nos possibilite ter uma visão crítica da CT com o intuito de aprendermos a discutir sobre seus caminhos futuros.

Para aprendermos a discutir os rumos da Ciência e da Tecnologia, é necessário que tenhamos, desde cedo, contato com elas. E é neste momento que entra a *educação, a alfabetização científica e tecnológica* com o intuito de contribuir para que nossos jovens se tornem cidadãos conscientes e críticos do mundo em que vivem.

Educar, contudo, não é tarefa fácil. Não é simplesmente “descarregar uma massa de conhecimentos sem nexos, mas promover caminhos que facilitem, ao educando, a oportunidade de superar suas limitações e os seus

obstáculos na aquisição de um conhecimento cada vez mais avançado” (CARVALHO FILHO, 2006, p.3).

Contudo, ao nos referimos à educação científica e tecnológica, temos que ter em mente que o caminho que conduz a ela é bastante tortuoso e cheio de obstáculos, já que, como diz Ricardo (2007, p.1), “o mundo moderno é cada vez mais artificial, no sentido de intervenção humana, e há uma crescente necessidade por conhecimentos científicos e tecnológicos para a tomada de decisões comuns, individuais ou coletivas, ainda que nem sempre essa influência seja percebida claramente por todos”.

Então, qual o caminho que devemos tomar para este aprendizado? O que devemos ensinar, como devemos alfabetizar nossos alunos em CT para torná-los cidadãos conscientes, críticos e participantes de decisões? Quais os tipos de relações que podemos fazer com a CT para aproximá-las da sociedade? Em resumo, o que realmente significa educar ou alfabetizar cientificamente e tecnologicamente um cidadão?

Para Lacerda (1997, p.8), a educação científica e tecnológica é a

apreensão dos princípios científicos de base, essenciais para que o indivíduo possa compreender, interpretar e interferir adequadamente em discussões, processos e situações de natureza técnico-científica ou relacionados ao uso da ciência e da tecnologia. Trata-se da instrumentação do indivíduo com conhecimentos científicos válidos e significativos tanto do ponto de vista social, quando do ponto de vista individual, sem os quais o próprio exercício da cidadania ficaria comprometido na medida em que ele depende, entre outros aspectos, da intervenção profissional e da auto-satisfação do indivíduo como detentor de conhecimentos técnicos que lhe são pertinentes.

Já para Fourez (2003, p. 113), a alfabetização científica

[...] pode se expressar em termos de finalidades humanistas, sociais e econômicas.

- Os *objetivos humanistas* visam à capacidade de se situar em um universo técnico-científico e de poder utilizar as ciências para decodificar seu mundo, o qual se torna então menos misterioso (ou menos mistificador). Trata-se ao mesmo tempo de poder manter sua autonomia crítica na nossa sociedade e familiarizar-se com as grandes ideias provenientes das ciências. Resumindo, trata-se de poder participar da cultura do nosso tempo.

- Os *objetivos ligados ao social* visam diminuir as desigualdades produzidas pela falta de compreensão das tecno-ciências, ajudar as pessoas a se organizar e dar-lhes os meios para participar de debates democráticos que exigem conhecimentos e um senso crítico [...]. Em suma, o que está em jogo é uma certa autonomia na nossa sociedade técnico-científica e uma diminuição das desigualdades.
- Os *objetivos ligados ao econômico e ao político* visam participar da produção de nosso mundo industrializado e do reforço de nosso potencial tecnológico e econômico. A isto se acrescenta a promoção de vocações científicas e/ou tecnológicas, necessárias à produção de riquezas.

Auler (2003, p.2), por fim, expõe que a alfabetização científica “deve proporcionar uma leitura crítica do mundo contemporâneo, cuja dinâmica está crescentemente relacionada ao desenvolvimento científico-tecnológico, potencializando para uma ação no sentido de sua transformação”.

Duas conclusões que podemos tirar das citações acima sobre o papel da alfabetização científica é que, primeiramente, ela nos possibilita ter uma visão mais crítica do mundo em que vivemos, dando-nos, assim, subsídios prático-teóricos para discutirmos os rumos da CT contemporâneas e seus impactos na sociedade, além, é claro, de nos fazer compreender o universo que nos cerca. Em segundo lugar, com a alfabetização científica, podemos mostrar que a Ciência e a Tecnologia são atividades humanas, feitas por pessoas que possuem valores sociais, culturais, econômicos e religiosos que, ao se interrelacionarem, interferem, ora mais, ora menos, nos trabalhos produzidos pelo pesquisador.

Amaral *et. al.* (2006, p.204), vão nesta direção ao dizerem que devemos apresentar a Ciência

historicamente contextualizada, sem que sejam realçados prioritariamente os personagens dos cientistas, mas sim o cenário socioeconômico-cultural onde realizaram suas descobertas, os grupos e instituições a que pertenciam ou que proporcionaram as condições para as suas realizações.

Este tipo de alfabetização científica que apresentamos vai ao encontro do que se denomina de **Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)** que vem sendo muito difundido por vários pesquisadores como Aikenhead (1998), Cerezo (1998), Acevedo (1998), Praia e Cachapuz (2005), Ricardo (2007) e Vázquez e Manassero (1999), dentre muitos outros.

O Movimento CTS, ou, como muitos às vezes denominam *Abordagem CTS, Relações CTS* ou *Interações CTS*, é considerado, segundo Martins (2002, p.30)

[...] um *movimento para o ensino das ciências* enquadrado por uma filosofia que defende tal ensino em contextos de vida real, que podem ser ou não próximos do aluno [...], onde emergem ligações à *tecnologia*, com implicações da e para a *sociedade*.

Martins (2002, p.30) complementa este pensamento dizendo que

Nesta filosofia de ensino deixa de ter sentido o ensino de conceitos pelos conceitos, não por estes não terem valor intrínseco, mas porque a sua importância será melhor percebida pelo aluno (sobre tudo para níveis mais baixos) se eles aparecerem como via para dar sentido aquilo que é questionado.

A alfabetização científica e tecnológica baseada nos preceitos do Movimento CTS entra, então, em confronto com o ensino tradicional de Ciências, no qual o importante é apresentar o método científico para mostrar, ao aluno, o que é e o que não é Ciência (PINHEIRO *et. al.*, 2009). Estes mesmos pesquisadores acreditam que

[...] esse entendimento (do ensino de ciência tradicional) faz com que não se levem em conta as questões históricas ou as relações entre a atividade científica e os contextos em que ela se desenvolve, supondo que a ciência seja neutra em relação ao contexto histórico-cultural (PINHEIRO *et. al.*, 2009, p.3).

O ensino tradicional de Ciências pode induzir o aluno a acreditar naquilo que se denomina de ciência “existencialista e triunfalista” (CEREZO, 1998, p. 42) em que a Ciência é apresentada como o verdadeiro saber e as pesquisas dela provenientes culminam em tecnologias que produzem mais bem-estar para a humanidade. Cerezo (1998, p.42) completa seu pensamento nos apresentando uma equação que mostra muito bem esta visão linear e triunfalista da Ciência: “+ ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social”.

Retomando a questão do Movimento CTS propriamente dito, não temos como apresentar uma data para seu o início, pois o questionamento dos rumos tomados pela Ciência e Tecnologia e suas relações com a sociedade já são debatidas, por exemplo, desde as décadas iniciais do século passado, apesar de não ter o respectivo slogan.

Entretanto, Gonzáles *et. al.* (1996, *apud* PINHEIRO *et. al.*, 2009, p.4) nos mostram o que consideram os três períodos mais importantes para o aparecimento do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade:

Um primeiro período se caracterizou pelo otimismo perante os grandes feitos apresentados pela ciência e pela tecnologia num período pós-guerra. O segundo período vem caracterizado pelo estado de alerta, diante dos acontecimentos ocorridos entre os anos de 1950 e 1960, quando começaram a aparecer os desastres oriundos da tecnologia fora de controle (o primeiro acidente nuclear grave; revoltas contra a guerra do Vietnã). O terceiro período vem marcado pelo despertar da sociedade contra a autonomia científico-tecnológica, que se iniciou por volta de 1969 e se estende até os dias atuais, como uma reação aos problemas que a ciência e tecnologia vêm trazendo para a sociedade.

O movimento CTS atingiu seu ponto alto a partir dos anos 70, “como forma de rever, entender, propor e, principalmente, tomar decisões em relação às consequências decorrentes do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea [...] (PINHEIRO *et. al.*, 2009, p.4).

Inicialmente, este movimento surgiu nos Estados Unidos e na Europa, segundo Mitcham (1990, *apud* von LINSINGEN, 2004, p.2) como “uma reconsideração crítica do papel da ciência e tecnologia na sociedade, embora com orientações distintas”. Tempos depois se estendeu para outros países, como o Brasil.

A tradição européia do movimento CTS parte, segundo Pinheiro *et. al.* (2009, p.4), do “Programa Forte”, que se “caracteriza como uma tradição de investigação acadêmica, mais que educativa ou de divulgação, tendo como principais conhecimentos formadores de sua base as ciências sociais, dentre elas a sociologia, a antropologia e a psicologia”. Segundo os mesmos autores, o programa europeu está voltado para o tipo de visão macrossocial com o intuito de procurar entender a complexa variedade de fatores sociais que

podem influenciar o desenvolvimento científico e tecnológico, como políticos, econômicos, religiosos, culturais etc.

Para Strieder (2008, p.20), “a tradição americana ou social foi assim denominada por ter sido centrada em uma reação de caráter prático ou social [...] que se desenvolveu nos Estados Unidos”. Ela está centrada nas “consequências sociais e ambientais que o desenvolvimento científico-tecnológico pode causar [...]”. Por este motivo, a tradição americana para o Movimento CTS tem como ponto alto de sua tese “defender a participação cidadã nas políticas públicas sobre ciência e tecnologia” (PINHEIRO *et. al.*, 2009, p.6). Notamos ainda na tradição americana que ela possui uma linha de ação mais humanística apelando para as questões que dizem respeito à Tecnologia.

Bazzo *et. al.* (2003, *apud* von LINSINGEN, 2007, p.4) nos dizem que os estudos CTS seguiram três caminhos bastante distintos, que são

No campo da pesquisa, como alternativa à reflexão acadêmica tradicional sobre a ciência e a tecnologia, promovendo uma nova visão não-essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica; no campo das políticas públicas, defendendo a regulação social da ciência e da tecnologia, promovendo a criação de mecanismos democráticos facilitadores da abertura dos processos de tomada de decisão sobre questões de políticas científico-tecnológicas; e, no campo da educação, promovendo a introdução de programas e disciplinas CTS no ensino médio e universitário, referidos à nova imagem da ciência e da tecnologia, que já se estende por diversos países (na Europa e na América Latina, e nos EUA).

Em resumo, o princípio do Movimento CTS é

apresentar a ciência-tecnologia não como um processo ou atividade autônoma que segue uma lógica interna de desenvolvimento em seu funcionamento ótimo, mas como um processo ou produto inerentemente social donde os elementos não técnicos (por exemplo, valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas etc.) desempenham um papel decisivo em sua gênese e consolidação (CEREZO, 1998, p.44).

Assim o objetivo principal dos currículos CTS, segundo Santos (2007) é o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, que incorpore o desenvolvimento de valores.

Esses valores estão vinculados aos interesses coletivos, como os de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade. Tais valores, na perspectiva desses movimentos (CTS e CTSA), se relacionam às necessidades humanas, em uma perspectiva de questionamento à ordem capitalista, na qual os valores econômicos se impõem aos demais. (SANTOS, 2007, p.2)

Muitos cursos e materiais didáticos usam o movimento CTS como slogan, mas na verdade só tangenciam os seus objetivos. Nesse trabalho vamos assumir uma educação científica crítica, que, segundo Santos (2007), significa fazer uma abordagem com perspectiva CTS com a função social de questionar os modelos e valores de desenvolvimento científico e tecnológico em nossa sociedade, tornando-se necessário romper com os mitos da visão reducionista sobre Ciência e Tecnologia.

Segundo Auler e Delizoicov (2001), a visão reducionista é caracterizada pela crença em três mitos: o da superioridade científica, o da perspectiva salvacionista e o do determinismo tecnológico. Para Molina (2009), embora façam parte do senso comum, as noções de neutralidade científica e determinismo tecnológico representam obstáculo para uma ciência democrática, capaz de melhorar a sociedade.

Entendemos, assim, que a introdução nos currículos e em materiais didáticos dos princípios do Movimento CTS que combatam a ideia de que a Ciência e a Tecnologia são apolíticas e neutras, possibilitará educar os alunos a serem críticos com a CT e a questionarem os atuais modelos de desenvolvimento.

### **3.1 - O Movimento CTS na Educação**

### 3.1.1 - Educação Científica

Neste momento, nos deteremos ao ensino de Ciências utilizando os preceitos da Educação CTS. Iremos nesta direção, pois acreditamos que este é um dos caminhos para a melhoria do aprendizado de Ciências, já que um dos motivos da enorme carência de conhecimento em Ciência e Tecnologia da população pode estar relacionado à distância existente de ambas em relação à Sociedade.

A educação científica baseada neste movimento internacional vem em auxílio às pessoas que estão marginalizadas perante o conhecimento científico e tecnológico. Pessoas estas que ainda hoje acreditam que a Ciência e a Tecnologia são ramos do conhecimento humano destinados somente a alguns poucos. Estes poucos humanos “especiais”, os cientistas, acabam, aos olhos desta população, virando verdadeiros mitos e, como diz Alves (1988, p.11), “todo mito é perigoso, porque ele induz o comportamento e inibe o pensamento”.

Desta maneira, a educação em Ciências com as características do Movimento CTS vem propor outras possíveis realidades que podem abrir os olhos das pessoas no sentido de que não é preciso ter grandes conhecimentos em Ciência e Tecnologia para aproveitar os benefícios que estas áreas do conhecimento podem oferecer.

Ainda sobre a importância de se incluir nos currículos de Ciências as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, Romero e Díaz (2010, p.1) dizem que

No século XXI, a educação científica e tecnológica não tem sentido à margem do contexto social em que estão imersas a ciência e a tecnologia. A resposta do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para o ensino de ciências é a incorporação explícita das relações mútuas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Este movimento introduz os estudos CTS, que constituem um campo multidisciplinar centrado nos aspectos sociais da ciência e da tecnologia, tanto no que concernem as suas condições sociais como no que diz respeito às suas consequências sociais, políticas, econômicas, éticas e ambientais.

Algo que é muito importante a se destacar neste momento, é como podem ser trabalhados os aspectos do Movimento CTS nos currículos. Sobre este assunto, Manassero *et. al.* (2001, *apud* ROMERO e DÍAZ, 2010, p.2), nos dizem que

[...] a compreensão da complexa natureza dos projetos CTS, responsável também de sua variedade, passa por ter em conta que, em geral, existem duas grandes maneiras de enfocá-los na educação no momento de introduzi-los nos currículos: uma centrada nas questões científicas e tecnológicas relevantes que afetam a sociedade [...] e outra baseada nos aspectos sociais e culturais da ciência e da tecnologia.

Podemos utilizar, assim, estes dois caminhos para o ensino de Ciências através do Movimento CTS. Se nos basearmos, por exemplo, nos currículos de ciências com ênfase nos aspectos sociais e culturais, ROBERTS (1991, *apud* SANTOS E MORTIMER, 2002, p.3) nos diz que eles

[...] tratam das inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico, solução de problemas e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social. Tais currículos apresentam uma concepção de: (i) *ciência* como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é intimamente relacionada à tecnologia e as questões sociais; (ii) *sociedade* que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas, uma visão operacional sofisticada de como são tomadas decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e tecnologia; (iii) *aluno* como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões; (iv) *professor* como aquele que desenvolve o conhecimento de e o comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões.

Duas questões estão bem pontuadas até o momento sobre como trabalhar o currículo de Ciências baseado no Movimento CTS. Em primeiro lugar, refletir criticamente a atual maneira de se pensar e se utilizar a Ciência. Crítica que deve fazer com que os alunos entendam, realmente, quais são os benefícios e quais são impactos socioambientais provocados pelo desenvolvimento científico já que, como diz Morin (2008, p.101), a “Ciência progride como conhecimento, mas suas consequências podem ser atroz, mortais (bomba atômica)”. Em segundo lugar, discutir e refletir na sala de aula,

por exemplo, a Natureza da Ciência, mostrando que ela não é neutra e nem linear.

Estes são possíveis caminhos que poderiam ser trabalhados nos currículos para mostrar que hoje ainda se acredita na ingenuidade da “ideia de que o conhecimento científico é um puro reflexo do real” (MORIN, 2008, p.58), já que este conhecimento é construído por pessoas que possuem valores e interesses diversos. Além disto, é importante mostrar que o cientista é uma pessoa comum que

serve, pelo menos, a dois deuses que, ao longo da história da ciência e até hoje, lhe parecem absolutamente complementares. Hoje, devemos saber que eles não são apenas complementares, mas também antagônicos. O primeiro é o da ética do conhecimento, que exige que tudo seja sacrificado à sede de conhecer. O segundo é o da ética cívica e humana. O limite da ética do conhecimento era invisível *a priori*, e o transpusemos sem saber; é a fronteira além da qual o conhecimento traz em si a morte generalizada: hoje, a árvore do conhecimento científico corre o risco de cair sob o peso de seus frutos, esmagando Adão, Eva e a infeliz serpente (MORIN, 2008, p.36).

Um currículo baseado nos preceitos do Movimento CTS pode oferecer uma gama enorme de discussões e reflexões em sala de aula mostrando que a Ciência está longe de se constituir de simples ato de investigação, descoberta e criação de teorias. Pelo contrário, “a ciência não é só isso e, constantemente, ela é submetida, inibida, embebida, bloqueada e abafada por efeito de manipulações, de prática, de poder, por interesses sociais etc.” (MORIN, 2008, p.57) daqueles que a praticam, ou seja, os cientistas.

### **3.1.2 – Educação Tecnológica**

Antes de qualquer coisa, a primeira questão que trataremos neste tópico é mostrar, rapidamente, a diferença que existe entre Técnica e Tecnologia. Apesar de parecer estranha esta atitude, pois ambas parecerem representar a mesma coisa, por exemplo, a construção de instrumentos para a realização de algum tipo de trabalho ou ação, há diferenças sutis em suas definições.

Não existe uma única definição para Técnica e Tecnologia. Tudo dependerá do contexto que o autor quiser explorar. Contudo, em nosso trabalho, utilizaremos a definição do físico e filósofo da ciência Mario Bunge que pode ser encontrada em Cupani (2004, p.495), ou seja, que a “técnica é o controle ou a transformação da natureza pelo homem, o qual faz uso de conhecimentos pré-científicos. A tecnologia, por sua vez, consiste na técnica de base científica [...]”.

Cupani (2004), por sua vez, nos diz que independentemente de nos determos na questão da Técnica ou da Tecnologia, o que mesmo importa é que ambas não passam de produção de algo artificial, inorgânico. Este algo artificial, inorgânico é, para Bunge (1985, *apud* CUPANI, 2004, p.405), “toda coisa, estado ou processo controlado ou feito deliberadamente com ajuda de algum conhecimento aprendido, e utilizável por outros”.

De posse destas definições, vamos tomar da Astronomia, neste momento, dois exemplos de Técnica e Tecnologia para ilustração.

Um dos instrumentos astronômicos mais antigos é o *gnômon*. Trata-se de uma vara ou uma coluna de pedra fincada perpendicularmente ao plano do horizonte que, ao ser atingida pelos raios solares, produz uma sombra que muda a direção e o comprimento ao longo do dia (figura 4).



Figura 4: Gnômon<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> Fonte: <<http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=aas&cod= indefinidognomon>>. Acesso em 23 de jan. de 2010

O gnômon é o exemplo de instrumento que nossos ancestrais aprenderam a utilizar, sem criar nenhum tipo de teoria matemática ou física, para acompanhar e entender o movimento do Sol e as estações do ano. Eles devem ter percebido, com o passar do tempo, através da observação direta, que o movimento diário e anual do Sol produzia uma sombra no gnômon que indicava estes movimentos. Com isto, os antigos desenvolveram técnicas para melhorar este instrumento e as observações que dele podiam ser percebidas.

Tomando agora um exemplo de Tecnologia dentro da Astronomia, vamos nos apossar do instrumento que mais a representa, o *telescópio* (figura 5). Este instrumento, que surgiu em 1608, possui teorias matemáticas e físicas, portanto, conhecimento científico em sua confecção. Como exemplo de conhecimento científico, está a Óptica Geométrica.

No que diz respeito à Tecnologia, vários pesquisadores constantemente mostram sua grande influência na sociedade moderna (e vice-versa), pois, assim como a Ciência, ela é “socialmente construída” (PEDERSEN, 2001, p.62) e seu desenvolvimento é determinado “por fatores culturais, históricos, sociais dentre outros contextos” (*idem*, 2001, p.62).



Figura 5. Telescópio<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> Fonte: <<http://www.astro.caltech.edu/palomar/hale.html>> Acesso em: 23 de jan. de 2010

Apesar de muitos afirmarem que a Tecnologia traz bem-estar social,- o que não discordamos-, vemos também o contrário, no sentido dela se tornar um mecanismo de desigualdade social. Este aspecto da Tecnologia sobre a cultura é explorado por Feenberg (2002, *apud* CUPANI, 2004, p.511), quando diz que esse conhecimento é “um produto cultural e, assim, toda ordem tecnológica é um ponto de partida potencial para desenvolvimentos divergentes, conforme o ambiente cultural que lhe dá forma”.

De qualquer forma, a prática tecnológica hoje possui vários tipos de aspectos que devemos levar em consideração para podermos entendê-la. Alguns destes aspectos foram descritos por Pacey (1990, *apud* SANTOS e MORTIMER, 2002, p.8):

1. Aspecto *técnico*: conhecimentos, habilidades e técnicas; instrumentos, ferramentas e máquinas; recursos humanos e materiais; matérias primas, produtos obtidos, dejetos e resíduos;
2. Aspecto *organizacional*: atividade econômica e industrial; atividade profissional dos engenheiros, técnicos e operários da produção; usuários e consumidores; sindicatos;
3. Aspecto *cultural*: objetivos, sistemas de valores e códigos éticos, crenças sobre o progresso, consciência e criatividade.

Estes aspectos podem ser alguns dos motivos pelos quais devemos dar mais atenção à inclusão da Tecnologia nos currículos escolares, pois, como afirmam VALDÉS *et. al.* (2002), a inclusão deste conhecimento nos currículos pode permitir com que um aluno tenha condições de observar, analisar criticamente, compreender e participar de todos os processos que envolvem o conhecimento tecnológico nos dias atuais. Valdés *et. al.* (2002, p.104), completam este pensamento dizendo que “a atenção à dimensão tecnológica na educação científica aparece em nossos dias como requisito indispensável para formar nos estudantes uma imagem mais correta da atividade científica, e, em particular, uma visão da unidade que constitui ambas as atividades”.

Apesar de concordarmos com os dizeres dos autores acima, acreditamos que a inclusão do ensino tecnológico nos currículos não é algo assim tão simples de se fazer, pois a educação tecnológica ainda não é algo fácil de ser definida, tendo, desta maneira, de irmos buscar suas bases “na

educação técnica, na educação científica e nos antigos sistemas tradicionais de ensino” (ACEVEDO, 1998, p.125).

Desta maneira, a educação tecnológica, para Acevedo (1998), é algo que praticamente inexistente nas instituições de ensino, pois sendo algo novo nos dias atuais, está relegada ao isolamento, à marginalidade e ao baixo nível das escolas. E quais são os motivos deste fato acontecer?

[...] em primeiro lugar, a imagem social que tradicionalmente está relacionada com a preparação em ofícios ou ocupação específicas, de caráter vocacional e com intenções de trabalho em alguma área da produção; em segundo lugar, a concepção da tecnologia como aplicação da ciência, a qual, apesar da grande quantidade de evidência empírica que refuta o anterior, incide com força na estrutura do currículo escolar, desde a educação básica até a universidade [...]; em terceiro lugar, a visão cultural ocidental, que subestima a atividade prática e, embora a Educação Tecnológica implique em uma relação teórico-prática, a reflexão sobre sua importância não tem tido lugar na escola [...] (idem, p.126)

O que podemos observar, então, é que nas escolas, o que realmente impera é o tradicional ensino de ciências naturais que “elimina tudo o que faz referência ao humano e as finalidades humanas” (FOUREZ, 2003, p.119). Entretanto, não podemos negar que hoje estamos imersos em um mundo de pura Tecnologia; e os estudantes, mergulhados neste sistema de conhecimento tecnológico e natural, vivem em um mundo que Fourez (2003) denomina de “tecno-natureza”.

Sendo assim, não basta ensinar somente as ciências naturais aos estudantes. É necessário também que se mostre a eles que há outro conhecimento tão importante e ligado à suas vidas que é a Tecnologia.

Este, entretanto, não é um caminho fácil de ser seguido. Isto pelo fato de que quem irá passar este conhecimento aos alunos são os professores, cujas ideologias predominantes indicam que “as tecnologias são aplicações da ciência” (FOUREZ, 2003, p.119). Para estes professores, “é como se uma vez compreendidas as ciências, as tecnologias seguissem automaticamente” (idem, p.119). Teríamos, então, que mudar esta pré-concepção, já que a Tecnologia “implica em considerações sociais, econômicas e culturais que vão muito além de uma aplicação das ciências” (idem, p.119).

Independente de qualquer coisa, é necessário que tenhamos uma visão crítica da Tecnologia, pois dela pode surgir o que hoje denominamos de *determinismo tecnológico*.

Jacinski, Susin e Bazzo (2008, p.15) nos explicam que o determinismo tecnológico é

Um processo autônomo e fatal que nos envolve sem que possamos esboçar algum tipo de reação. Essa cosmovisão é alimentada diuturnamente, entre outros fatores, pelos meios de comunicação social e pelos processos de gestão e administração da sociedade que, graças aos avanços tecnológicos, possibilitam uma intensificação de um controle sobre os espaços públicos e privados a nossa existência. Desse modo, de um lado somos bombardeados semioticamente pelos dizeres que nutrem nosso fascínio pela tecnologia e sua “evolução” e, de outro, somos cada vez mais instados a enquadrarmos nossas ações na perspectiva do sistema de governabilidade social.

Esse fascínio que temos hoje pela tecnologia tem seu motivo de ser, pois o modo capitalista que vivemos nos faz entrar em um sistema de consumo em que o objeto eletrônico mais novo é sempre o melhor. Disto resulta em

[...] estratégias que representam interesses – que, no caso de uma sociedade capitalista, correspondem aos interesses das corporações. São interesses que têm a ver com o consumismo tecnológico. [...] Para que você consuma mais, é preciso que na sua cabeça a aquisição de novos produtos tecnológicos seja entendida como um progresso. Você acredita que está progredindo e tem um aparelho melhor, de última tecnologia. Mas eventualmente os aparelhos mais antigos tinham mais qualidade. Isto é pura política.

De qualquer modo, a Tecnologia, geralmente, aparece “nos currículos e livros de texto de ciência habituais” (GARDNER, 1994 e 1999 *apud* VALDÉS *et. al.*, 2002, p.108) como uma forma de ciência aplicada. Este tipo de inserção desmerece o papel que a Tecnologia hoje tem na sociedade contemporânea. Devido a isto, o aluno acaba perdendo a percepção das relações históricas que marcaram a Ciência e a Tecnologia ao longo do tempo (VALDÉS *et. al.*, 2002, p.108).

No currículo, o *status* atribuído à Ciência e à Tecnologia não é equivalente. Segundo Ricardo (2007, p.5), “é comum atribuir à tecnologia um

status inferior em relação às ciências, como se aquela fosse apenas uma aplicação destas”.

De tudo isto que acabamos de ver, percebemos a importância de se incluir o movimento CTS na educação científica. Contudo, verificamos que há pouco espaço dedicado às interações CTS nos Livros Didáticos de Ciências, segundo Malaver *et. al.* (2004).

Ainda para estes autores, outro aspecto fundamental que se deve ter em conta quando se elabora um livro texto com base no movimento CTS é a relevância da história da ciência e as suas implicações na formação científica. A história da Ciência permite mostrar a ciência como uma construção humana, coletiva, fruto do trabalho de muitas pessoas e não como uma atividade feita basicamente por gênios, em sua maioria homens. Dada a sua importância, vamos nos ater a essa questão, a seguir.

### **3.1.3 - História da Ciência na Educação**

Um dos pressupostos do movimento CTS para que haja uma educação que aproxime o aluno da Ciência e Tecnologia e que delas tenha uma visão crítica é a introdução de elementos de História da Ciência (HC) nos currículos e nos livros didáticos. Apesar de sabermos que esta não é uma tarefa tão fácil como parece, pois enfrentaríamos inúmeros problemas para atingir este objetivo, como preparar os professores para esta empreitada, Santos e Mortimer (2002) colocam a importância de se discutir no currículo aspectos relacionados à filosofia, história e sociologia das ciências. Matthews (1995, p.165) acrescenta que

Não se trata aqui da mera inclusão de história, filosofia e sociologia (HFS) da ciência como outro item do programa da matéria, mas trata-se de uma incorporação mais abrangente de temas de história, filosofia e sociologia da ciência na abordagem do programa e do ensino dos currículos de ciências que geralmente incluíam um item chamado de “A natureza da ciência”.

Os próprios PCN's apontam nesta direção, pois neles há a sugestão de se trabalhar com elementos de História da Ciência para que os alunos

percebam que a Ciência não é algo acabado, que os cientistas são pessoas comuns que têm seus dogmas e valores, além de cometerem erros.

Nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p.64) observamos que o trabalho em História da Ciência no ensino de Física, pode mostrar ao aluno

a consonância com o desenvolvimento da competência geral de contextualização sociocultural, pois permite, por exemplo, compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época.

Não somente é possível trabalhar a HC nos currículos e livros didáticos, mas, também, a História da Tecnologia (HT), já que podemos também observar sua inserção nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio

Pode-se pensar também na importância de se compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia nos mais diversos campos e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades, como no caso da evolução dos meios de comunicação, a partir da compreensão das características das ondas eletromagnéticas, do telégrafo ao celular via satélite (BRASIL, 2006, p.64)

A HC é, assim, uma ferramenta importante para um novo tipo de aprendizado científico, pois através deste é possível mostrar ao aluno os “contextos: ético, social, histórico, filosófico e tecnológico” (MATTHEWS, 1995, p.166) da atividade científica. Um aprendizado mais focado no sentido de compreender a situação presente da Ciência buscando relações com os fatos ocorridos no passado com o intuito do estudante perceber que a atividade científica não é feita por uma só pessoa, que os acontecimentos não se processam de forma linear e que as descobertas não ocorrem somente devido a um acúmulo de conhecimentos.

Mas como trabalhar a HC nos livros didáticos de ciências? Martins (1998, *apud* MARTINS, 1993), por exemplo, indica pontos que, na verdade, devem ser evitados por aqueles que querem inserir tópicos da HC nas aulas ou em livros didáticos para não interferir no aprendizado:

Em primeiro lugar deve-se fugir de biografias longas, repletas de datas, sem nenhuma referência à filosofia e às ideias científicas, ao contexto temporal, social e cultural daquilo que se está ensinando

Esta pesquisadora ainda diz que

Deve-se evitar também mostrar apenas aquilo que “deu certo”, omitindo as dificuldades encontradas e as propostas alternativas. [...] Esse tipo de procedimento contribui para que o educando tenha uma visão tendenciosa a respeito do conteúdo científico que está sendo trabalho (MARTINS, 1998, p.18).

Contudo, percebemos hoje uma tendência forte, principalmente através do Movimento CTS, de se introduzir elementos da História da Ciência como um caminho motivador para se conhecer a Natureza da Ciência e torná-la mais próxima das pessoas.

Silva e Teixeira (2009, p.2) dizem que existem várias vantagens de se utilizar a HC no ensino de Ciências, como

- a. A História da Ciência dá sentido às informações aprendidas tornando-as relevantes dentro da história das civilizações;
- b. Ao mostrar a ciência em construção, a História da Ciência tira a visão arrogante de que ciência é algo acabado;
- c. A História da Ciência permite ao estudante perceber que os cientistas passaram pelas mesmas dificuldades que ele e que suas dúvidas são perfeitamente pertinentes.

Silva e Teixeira (2009, p.2) mostram ainda que a História da Ciência também ajuda a derrubar alguns mitos como:

- a. A ciência é algo somente para aqueles poucos que têm capacidades extraordinárias;
- b. É possível identificar como, onde, quando e por quem ocorreu uma determinada descoberta científica;
- c. Os cientistas do passado não se enganavam;
- d. Os heróis da ciência são aqueles que tiveram suas teorias confirmadas e os vilões são aqueles que tiveram suas teorias derrubadas.

Notamos, então, que a História da Ciência pode ser uma importante aliada em um currículo baseado nos preceitos do Movimento CTS. Ambos podem conduzir o aluno a ter uma visão abrangente da Ciência e Tecnologia e suas relações com a Sociedade. Claro que temos que ter mente que tanto a inclusão do Movimento CTS nos currículos, quanto da História da Ciência, necessitam de grandes esforços políticos e educacionais.

O esforço político deve vir, primeiramente, dos órgãos educacionais dos municípios, dos estados e da federação em apoiar, por exemplo, cursos de capacitação de professores que, talvez, seja uma das ações mais rápidas no sentido de melhorar a qualidade do ensino de ciências e ensino em geral em nosso país. O esforço educacional (que envolve o político também) deveria vir das mesmas instituições em apoiar uma reformulação dos currículos universitários de ciências no sentido de preparar melhor o professor para atuar em sala de aula.

#### **4. Análise dos Livros de Ciências**

Neste capítulo realizaremos a análise dos textos de Astronomia utilizando os preceitos do Movimento CTS em três coleções de Ciências do Ensino Fundamental que estão relacionadas no Guia de Livros Didáticos do Programa Nacional do Livro Didático – PNLD de 2008 e 2011.

Optamos por adotar as coleções dos Guias do PNLD por serem estas avaliadas dentre muitas outras e consideradas, em princípio, por especialistas, como “adequadas” aos propósitos do ensino e educação em território nacional.

Ao lermos os Guias de Livros Didáticos, veremos que as coleções que lá constam são avaliadas de acordo com os seguintes critérios de análise: “proposta pedagógica, conhecimentos e conceitos, pesquisa, experimentação e prática, cidadania e ética, ilustrações, diagrama e figuras e manual do professor” (BRASIL MEC, 2007) e “proposta pedagógica, conteúdo, pesquisa e experimentação, manual do professor e projeto gráfico” (BRASIL MEC, 2010).

O processo de avaliação das coleções do PNLD é feito através de tonalidades diferentes de azul que indicam maior ou menor incidência dos critérios de análise acima citados. Quanto mais forte for a tonalidade de azul, melhor é a avaliação. Desta maneira, percebemos que mesmo nos Guias do Livro Didático há coleções que se destacam mais do que outras.

Devido à natureza deste trabalho, nossa intenção era analisar as três melhores coleções do PNLD-2010, mas isto não foi possível. O motivo foi de não termos tido tempo hábil para obtê-las, pois na segunda semana de dezembro, solicitamos às editoras exemplares de suas coleções de ciências de 2011 e a única que nos enviou foi a FTD com um exemplar da coleção de 2009 e outro de 2011. Apesar de estarem estas coleções inclusas no Guia do PNLD de 2008 e 2010, nenhuma constava entre as três melhores.

As outras editoras somente iriam dispor suas coleções a partir de fevereiro e para as escolas, não mais para os professores, como era realizado em anos anteriores. Isto dificultou nosso trabalho, pois não teríamos com obter as coleções desejadas direto das editoras. Contudo, com a ajuda de uma professora de uma escola particular de Piracicaba, conseguimos ter em mãos algumas outras coleções da biblioteca de sua escola. Dentre estas coleções,

havia duas que constavam do PNLD de 2008, mas, também, não entre as melhores. Como nosso tempo era escasso, resolvemos realizar a análise dos textos de Astronomia com duas coleções do PNLD de 2008 e uma do PNLD de 2011 que não estão, novamente expondo, entre as três melhores.

Tendo, assim, em mãos as três coleções para análise, iniciamos este novo estágio de nosso trabalho fazendo, como já mencionado em momento anterior, adaptações em algumas das categorias que foram criadas por Malaver *et. al.* (2004) e Rosenthal (1989), pois estes autores exploraram muito bem alguns dos grandes temas hoje utilizados para o conhecimento da Natureza da Ciência (Conhecimento em Ciência e Natureza do Conhecimento) e Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade.

A adaptação que faremos volta-se ao entendimento dos textos de Astronomia contidos nos Livros Didáticos de Ciências através dos critérios de análise também utilizados pelos autores acima citados. Entretanto, de acordo com os dados, se necessário for, outros critérios serão criados ou subtraídos.

Mas o que esperar das análises dos textos de Astronomia dessas coleções? Será que os autores se preocuparam em oferecer e apresentar uma imagem crítica e humanística da ciência astronômica?

Uma questão que devemos levar em consideração, é que durante o período de desenvolvimento deste trabalho, quando realizávamos a revisão bibliográfica, não conseguimos encontrar qualquer tipo de pesquisa que relacionasse Astronomia e Movimento CTS. Este fato, entretanto, não nos desmotivou, até porque a contribuição da pesquisa para a melhoria dos textos didáticos de Astronomia pode ser através da reflexão sobre a ausência e/ou presença de questões CTS e também através da análise da pertinência das categorias utilizadas. Como não há trabalhos sob esse enfoque não teremos um parâmetro de comparação com outros pesquisadores sobre os dados que serão obtidos através da análise do dueto Movimento CTS e Astronomia nos Livros Didáticos de Ciências.

O fato de não haver pesquisas ligando Astronomia e CTS não pode ser atribuído somente às dificuldades inerentes à área. Isso ocorre também com outras áreas. Apesar da grande importância que se atribui ao enfoque CTS na educação científica, há, segundo Malaver *et. al.* (2004), pouco espaço dedicado às interações CTS nos Livros Didáticos de Ciências. Mesmo em áreas que

supostamente seria mais fácil trabalhar com a abordagem CTS, como a Química e a Física, por exemplo, os livros não a contemplam, devido a vários obstáculos.

Historicamente as disciplinas científicas do currículo escolar (biologia, física, química) estariam mais propensas a integrar os objetivos formadores desse movimento (CTS). Todavia, seus programas preservam conteúdos oriundos unicamente, ou predominantemente, da ciência correspondente. Assim, os saberes da física escola provêm da ciência física e assim por diante. É verdade que existem iniciativas para articular mais de uma área, mas ainda se encontram em estágios rudimentares. (RICARDO, 2007, p.4).

Segundo Ricardo (2007), esses obstáculos existem, pois a implementação do movimento CTS em contexto escolar implica a compreensão da sua dimensão sociológica, a necessidade de se ter uma nova ênfase curricular, a escolha de saberes que serão transformados em conteúdos disciplinares. Complementaríamos colocando a questão da formação deficiente do professor em questões CTS e a ausência de materiais didáticos adequados para se trabalhar nessa nova abordagem.

Entendemos que os livros devam trazer em seus conteúdos um tipo de alfabetização científica que leve o aluno a ter uma visão crítica e social da Ciência e da Tecnologia, ou seja, que o aluno entenda que a Ciência foi e ainda é importante para a Sociedade, mas que ela “é definida por um tipo de conhecimento falível, incerto e provável” (RODRIGUES, 2006, p. 2). Não queremos dizer com isto que não devemos mais acreditar na Ciência, muito pelo contrário. Mas devemos deixar de lado o pensamento que ainda permeia o senso comum das pessoas de que a Ciência “é um tipo de conhecimento certo, indubitável, irrefutável, porque é deduzido de certas premissas absolutamente primeiras e imediatas (idem, p.1).

Neste sentido, vamos investigar se os textos de Astronomia nos Livros Didáticos de Ciências têm características de uma alfabetização científica apoiada nos preceitos do Movimento CTS já que estes, como sabemos,

[...] constituem um campo de trabalho de caráter crítico com relação à tradicional imagem essencialista da ciência e da tecnologia, e de caráter interdisciplinar para o qual concorrem disciplinas como a filosofia da ciência e da tecnologia, a

sociologia do conhecimento científico, a teoria da educação e a economia da mudança tecnológica (LINSINGEN, 2007, p. 3).

Por este motivo, uma das categorias definidas – *Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia* – está voltada em analisar se os autores tiveram o cuidado, ou não, de incluir este tipo de pensamento em seus textos.

Agora, com o intuito de sabermos se os autores tiveram o cuidado de explorar em seus textos o que é a ‘Ciência Astronômica’, nos apropriaremos de outras duas categorias – *Natureza do Conhecimento Astronômico e Construção do Conhecimento Astronômico*. Com estas categorias, esperamos encontrar nos textos de Astronomia questões que levem os alunos a terem uma visão abrangente da ciência astronômica e das pessoas que se dedicam a ela, ou seja, os astrônomos. Abrangente no sentido de que os alunos entendam como funciona o processo de construção da Ciência e como ela é trabalhada e pensada hoje.

Fazendo o aluno entender o que é e como funciona o conhecimento científico, acreditamos que ele terá capacidade de adquirir opiniões e participar de debates sobre a Ciência e Tecnologia de maneira geral.

Para se ter uma melhor visão dos dados obtidos de nossa análise, iremos adotar o seguinte discernimento para mostrar se há (**sim**) ou não (**não**) informações nos critérios analisados. Ao mesmo tempo, se houver aspectos, vamos catalogá-los da seguinte maneira:

- a) **Satisfatório (st)**: aparecem no texto três ou mais exemplos;
- b) **Pouco satisfatório (ps)**: aparecem somente dois exemplos;
- c) **Insatisfatório (i)**: aparece somente um exemplo;
- d) **Não existente (ne)**: não aparece no texto nenhum exemplo que possa ser categorizado no critério de análise.

Este critério que elaboramos com poucos exemplos para considerar satisfatório, pouco satisfatório e insatisfatório se deve, em especial, às poucas páginas destinadas à Astronomia nas coleções de ciências.

Desta maneira, a seguir, apresentamos as três categorias e os critérios de análise adaptados para a Astronomia que nos basearemos para nosso trabalho.

**Quadro I: Categorias e critérios de análise**

<b>Categoria</b>	<b>Crítérios de Análise</b>
<b>Construção do Conhecimento Astronômico</b>	1a: Resultados com explicações científicas. 1b: Conhecimentos astronômicos como produtos de crises e mudanças profundas de paradigmas. 1c: Uso de exemplos numéricos. 1d: Uso de analogias.
<b>Natureza do Conhecimento Astronômico</b>	2a: Desenvolvimento histórico de conceitos e teorias astronômicas. 2b: Tentativa de pesquisa. 2c: Natureza empírica da Astronomia. 2d: Elaboração de modelos astronômicos. 2e: Evidências experimentais que apóiem ou refutem um modelo astronômico.
<b>Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia</b>	3a: Questões de caráter filosófico. 3b: Questões de caráter sociológico. 3c: Questões de caráter histórico. 3d: Questões caráter político. 3e: Questões de caráter econômico. 3f: Questões de caráter humanístico.

Fonte: (1) e (2) - MALAVER *et. al.* (2004, p.444) e (3) ROSENTHAL (1989, p.583).

A seguir, baseados em Malaver *et. al.* (2004, p.444) e Rosenthal (1989), especificaremos os critérios de análise escolhidos:

### **Construção do Conhecimento Astronômico**

**Critério 1a:** Mostra-se o caminho para chegar a uma teoria astronômica. Se as conclusões e observações experimentais permitiram formular uma teoria astronômica em particular;

**Critério 1b:** Os conhecimentos astronômicos apresentam-se como produto de crises e de mudanças profundas de paradigmas científicos;

**Critério 1c:** Utilizam-se exemplos numéricos para apoiar ou ilustrar a explicação de uma teoria astronômica;

**Critério 1d:** Utilizam-se analogias que permitam clarificar alguns conceitos e teorias astronômicas de certa complexidade estabelecendo semelhanças com fatos ou experiências da vida diária.

### **Natureza do Conhecimento Astronômico**

**Critério 2a:** Relaciona-se com o fato de a Astronomia ser considerada como descobrimento e não como uma construção de conhecimentos, ou seja, mostra-se uma abordagem linear e acumulativa do desenvolvimento astronômico em que não aparece a existência de mudanças conceituais ou de paradigmas nas ideias aceitas pelos cientistas;

**Critério 2b:** Leva-se em conta o papel dos problemas e dificuldades no desenvolvimento da ciência astronômica e dos problemas que originaram a aparição de teorias importantes;

**Critério 2c:** Apresenta-se uma visão empírica da ciência astronômica em que os conhecimentos da Astronomia se formam a partir de observações e experimentos; se explica os experimentos que levaram ao desenvolvimento de uma teoria;

**Critério 2d:** Mostram-se os desenvolvimentos dos modelos astronômicos que permitiram explicar um determinado fenômeno, isto é, se faz referência aos modelos da Astronomia que convalidaram o estabelecimento de postulados;

**Critério 2e:** Faz-se referência a observações e fatos experimentais que apoiem ou refutem um modelo da Astronomia proposto para explicar um determinado fenômeno.

### **Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia**

**Critério 3a (Filosófico):** – Inclusão, dentre outros, dos aspectos éticos do trabalho astronômico, o impacto das descobertas astronômicas sobre a Sociedade e a responsabilidade social dos astrônomos no exercício de suas atividades;

**Critério 3b (Sociológico):** – Discussões sobre as influências da Astronomia sobre a Sociedade e dessa última sobre o progresso astronômico; e as limitações e possibilidades de se usar a Astronomia e as tecnologias provenientes dela para resolver problemas sociais;

**Critério 3c (Histórico):** – Discussão sobre a influência da Astronomia na história da humanidade, bem como os efeitos de eventos históricos no crescimento desta Ciência;

**Critério 3d (Político):** – Interações entre a Astronomia e os sistemas públicos, de governo e legal; a tomada de decisão sobre a ciência astronômica; o uso político da Astronomia e suas tecnologias;

**Critério 3e (Econômico):** – Interações entre as condições econômicas e a Astronomia, contribuições dessas atividades para o desenvolvimento econômico e industrial, tecnológico e industrial, consumismo, emprego em Astronomia; e

**Critério 3f (Humanístico):** – Aspectos estéticos, criativos e culturais da atividade astronômica; os efeitos do desenvolvimento da Astronomia sobre a literatura e as artes; e a influência da humanidade na Astronomia.

#### **4.1 – Análise do Texto de Astronomia da Coleção Ciências: Atitude e Conhecimento**

A coleção '*Ciências: Atitude e Conhecimento*', da Editora FTD, é composta por quatro volumes destinados ao 6º, 7º, 8º e 9º anos do Ensino Fundamental. É no 6º ano que aparece o conteúdo de Astronomia em que ocupa o total de 44 páginas. A Astronomia está inserida na Unidade 3 do primeiro volume (6º ano) com o tema *O Universo Observado*. A Unidade 3 é composta pelo Capítulo 7 (*Os dias e as noites*), pelo Capítulo 8 (*A Lua não é sempre igual*), pelo Capítulo 9 (*O Sistema Solar*) e, finalmente, pelo Capítulo 10 (*A Terra*). Para nosso propósito, trabalharemos somente com os Capítulos 7, 8, e 9.

Esta coleção foi desenvolvida por Maria Terezinha Figueiredo (Licenciada em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP)) e Maria Cecília Guedes Condeixa (Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP)).

A coleção *Ciências: Atitude e Conhecimento* está entre as onze coleções de Ciências do Guia de Livros Didáticos do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2011.

Iniciemos, assim, a análise da coleção *Ciências: Atitude e Conhecimento*.

#### 4.1.1 – Construção do Conhecimento Astronômico

##### ***Critério 1a - Resultados com explicação científica:***

No capítulo 7, as autoras colocam que, através de observações do movimento diário aparente do Sol, é possível chegarmos à conclusão que a Terra possui um movimento de rotação. Vemos isto, quando Figueiredo e Condeixa (2009) propõem a construção de um gnômon para acompanhar, através da sombra deste instrumento, o movimento diário solar. No fim, elas concluem que “[...] o que provoca o movimento aparente do Sol na realidade, é o **movimento de giro** da Terra” (FIGUEIREDO e CONDEIXA, 2009, p. 119)<sup>25</sup>.

Ainda no capítulo 7, no quadro ‘*Modelo de céu na Antiguidade*’, as autoras dissertam sobre o modelo geocêntrico do Universo.

Por meio da observação direta, tem-se a impressão de que o Sol e as estrelas e, portanto, todo o céu gira em torno da Terra. Com base nessas **observações**, construiu-se, na Antiguidade, o modelo de céu em que o Sol e as estrelas giravam em torno da Terra, permanentemente imóvel. Posteriormente, esse modelo foi chamado de **geocêntrico** [...] (idem, p. 127)

Permanecendo ainda no capítulo 7, as autoras comentam sobre a origem do Universo. Dizem elas no texto que o Universo surgiu do Big Bang há 15 bilhões de anos e que esta teoria se deve ao fato de que “no início do século XX, galáxias foram observadas se afastando umas das outras, o que sugeriu um movimento de expansão contínua do Universo” (idem, p.133).

No capítulo 9, Figueiredo e Condeixa (2009) exploram como as crateras encontradas na Lua e em outros objetos celestes se formaram. Para isto, elas propõem perguntas do tipo: “Como as crateras se formaram?”, “O que pode

---

<sup>25</sup> As autoras concluem que a observação do movimento diário do Sol através da sombra de um gnômon pode mostrar que a Terra tem um movimento de rotação. Contudo, este fato por si só não comprova o movimento de rotação terrestre. Apesar de sabermos hoje que a Terra possui um movimento de rotação e que a humanidade levou milhares de anos para constatar este fato, não foi somente através da observação direta dos movimentos do Sol, dos planetas, da Lua e da sombra de gnômons que se chegou a este fato. Apesar de não ser correto o que as autoras afirmaram, decidimos colocar a afirmação acima como resultado com explicação científica.

formar uma cratera?”, “Como a forma, o tamanho e a massa do corpo de impacto influem na forma e tamanho da cratera?”.

Para explicar a formação de crateras, as autoras apresentam uma experiência para ser realizada. Nesta experiência são dadas três hipóteses que podem influenciar nas características das crateras: O efeito da massa (do objeto espacial) nas crateras de impacto; o efeito da velocidade (do objeto espacial) nas crateras de impacto; e o efeito do tamanho do objeto de impacto nas crateras. Para cada hipótese, há uma série de perguntas e experiências que os alunos devem responder e fazer respectivamente. No final, os estudantes devem responder, através dos dados observados, por que existem vários tipos de crateras vistas na Lua e em diferentes objetos celestes. Na página 158, as autoras colocam a explicação dada, pela atual Astronomia, para a ocorrência de crateras: “A explicação aceita até o momento para a ocorrência de crateras é que alguns meteoróides se chocam com a superfície de planetas ou satélites. Quando a superfície que recebe o impacto é rochosa, formam-se as crateras” (idem, p. 158).

***Critério 1b – Conhecimentos astronômicos como produtos de crises e mudanças de paradigmas:***

Existe um momento no texto de Astronomia que as autoras se aproximam do objetivo deste critério. Ele está no Capítulo 7, no qual as autoras apresentam explicações sobre a origem do Universo. Elas começam falando sobre as crenças de várias civilizações ao longo da história como a babilônica, a chinesa antiga, a indígena tradicional, a grega antiga e a bíblica para chegar à visão da Ciência moderna.

Ao apresentarem como os astrônomos explicam hoje a origem do Universo, as autoras escrevem que

A Ciência tem seu próprio **jeito de propor soluções** para as perguntas sobre a origem do Universo. Para ela, o Universo surge como consequência das forças da natureza. Ela não discute se há ou não algum deus encarregado desse serviço, considerando que esta é uma questão religiosa e que cabe a cada religião respondê-la de acordo com suas crenças (idem, p. 133).

**Critério 1c - Uso de exemplos numéricos:**

Em nenhum momento as autoras se apropriaram de exemplos numéricos para apoiar alguma teoria ou apoiar algum comentário sobre o conhecimento Astronômico.

**Critério 1d - Uso de analogias:**

Por duas vezes as autoras utilizam analogias para esclarecer algum conceito. Ambas estão no Capítulo 7. Neste capítulo, as autoras exploram o porquê de vermos estrelas somente no período noturno. Para mostrar que a distância das estrelas é que faz com que elas se apresentem aos nossos olhos como pontos luminosos apesar de serem muito maiores que a Terra, as autoras realizam a seguinte analogia:

Em uma estrada, você está viajando atrás de uma moto e vê um caminhão surgir no horizonte distante, parecendo bem menor que a moto à sua frente. Mas você sabe que, na realidade, a moto é muito menor do que o caminhão, e essa impressão deve-se à **distância**. (idem, p. 123).

Outra analogia utilizada pelas autoras é quando escrevem sobre o porquê de não vermos as estrelas durante o dia. Assim dizem elas:

[...] quando algum carro ou moto com os grandes faróis acesos cruza conosco, não enxergamos mais nada que está em volta, pois a luz intensa, próxima aos nossos olhos, ofusca qualquer outro objeto [...] Assim, não é difícil compreender um dos motivos por que durante o dia só conseguimos ver o Sol, apesar de muitas outras estrelas se encontrarem ali no céu. (idem, p. 123)

**Quadro II: Resultado da análise ‘Construção do Conhecimento Astronômico’ da Coleção Ciências: Atitude e Conhecimento**

<b>Coleção Ciências: Atitude e Conhecimento</b>				
<b>Categoria</b>	<b>Crítérios de Análise</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Resultados Parciais</b>
	<b>1a: Resultados com</b>	✓		

	explicações científicas			st
Construção do Conhecimento Astronômico	1b: Conhecimentos astronômicos como produtos de crises e mudanças profundas de paradigmas	✓		i
	1c: Uso de exemplos numéricos		✓	ne
	1d: Uso de analogia	✓		ps

#### 4.1.2 - Natureza do Conhecimento Astronômico

##### ***Critério 2a – Desenvolvimento histórico de conceitos e teorias astronômicas***

Em nenhum momento do texto, as autoras apontam que a Astronomia surgiu da construção de diversos tipos de conhecimentos, mostrando, assim uma visão linear e acumulativa desta Ciência.

##### ***2b - Tentativa de pesquisa:***

Neste ponto, o máximo que podemos notar está no Capítulo 8 em que as autoras escrevem sobre as dificuldades que Galileu Galilei enfrentou com a Igreja ao divulgar os resultados de suas observações telescópicas. Mesmo assim, as autoras não deixam claro que Galileu foi um, dos inúmeros casos de pessoas que se esforçaram e, em muitos momentos, tiveram problemas em promulgar suas ideias sobre o mundo celeste.

Fora este tópico, não houve qualquer outra menção sobre as inúmeras dificuldades que aqueles que se dedicaram à Astronomia tiveram que ultrapassar para que o conhecimento astronômico pudesse ser construído ao longo do tempo.

##### ***Critério 2c - Natureza empírica da Astronomia:***

No capítulo 9, observamos as autoras explanarem, com certa superficialidade, como os astrônomos chegaram à conclusão da formação de crateras nos objetos celestes. Esta explanação vem da proposta de um experimento para ser desenvolvido pelos alunos.

Além do exemplo do parágrafo anterior, em dois outros momentos as autoras colocam algumas referências de que a observação do céu provocou mudança no conhecimento, mas isto está subentendido e o leitor tem que ficar muito atento a este fato. De qualquer maneira, consideraremos como existentes estes dois exemplos neste critério analisado. Os dois exemplos são:

- a) Capítulo 7 – *Modelo do céu na antiguidade*: “Por meio da observação direta, tem-se a impressão de que o Sol e as estrelas e, portanto, todo o céu gira em torno da Terra” (idem, p.127);
- b) Capítulo 7 – *A criação do mundo: várias explicações*: “Desde muito tempo o ser humano observou os fenômenos que ainda hoje vemos no céu...” (idem, p.128)

#### **Critério 2d - Elaboração de modelos astronômicos:**

Somente em dois momentos observamos algo sobre este critério. O primeiro está no quadro ‘*Modelo de céu na antiguidade*’ do Capítulo 7, no qual lemos:

Por meio da observação direta, tem-se a impressão de que o Sol e as estrelas e, portanto, todo o céu gira em torno da Terra. Com base nessas **observações**, construiu-se, na Antiguidade, o modelo de céu em que o Sol e as estrelas giravam em torno da Terra, permanentemente imóvel (idem, p.127).

No exemplo seguinte, para nós, o texto está um pouco mal construído para dar sentido de que certas observações levaram a uma conclusão. De qualquer maneira, as autoras escrevem, ainda no Capítulo 7, no tópico ‘*A origem do Universo segundo a Ciência*’ o seguinte:

A Ciência tem seu próprio **jeito de propor soluções** para as perguntas sobre a origem do Universo. Para ela, o Universo surge como consequência das forças da natureza. [...] Atualmente, a explicação científica mais aceita (embora não comprovada) é a de que o Universo surgiu há aproximadamente 15 bilhões de anos. [...] Seguiu-se então

uma grande explosão, que em inglês se denomina “**Big Bang**”. [...] No início do século XX, galáxias foram observadas se afastando uma da outras, o que sugeriu um movimento de expansão contínua do Universo (idem, p. 133).

**Critério 2e - Evidências experimentais que apoiem ou refutem um modelo astronômico:**

Existem dois momentos no texto que mais se aproximam deste critério. Os dois estão no Capítulo 7.

O primeiro está no quadro *Modelo do céu na Antiguidade*, no qual as autoras explanam sobre o modelo Geocêntrico do Universo. No último parágrafo está escrito: “Apesar de esse modelo não se ter confirmado, muito do que se conhece atualmente sobre os fenômenos celestes foi descoberto com base nesse pensamento.” (idem, p.127).

Apesar de não haver explicação no texto, no tópico da página 133 ‘*A origem do Universo segundo a Ciência*’, Figueiredo e Condeixa (2009) escrevem que a observação do afastamento das galáxias gerou a ideia da expansão do Universo. Disto resultou o modelo atual de Universo que hoje denominamos de Teoria do Big Bang.

**Quadro III: Resultado da análise ‘Natureza do Conhecimento Astronômico’ da Coleção Ciências: Atitude e Conhecimento**

<b>Coleção Ciências: Atitude e Conhecimento</b>				
<b>Categorias</b>	<b>Crítérios de análise</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Resultados parciais</b>
<b>Natureza do Conhecimento Astronômico</b>	<b>2a: Desenvolvimento histórico de conceitos e teorias astronômicas</b>		✓	<b>ne</b>
	<b>2b: Tentativa de pesquisa</b>	✓		<b>i</b>
	<b>2c: Natureza empírica da Astronomia</b>	✓		<b>st</b>
	<b>2d: Elaboração de modelos astronômicos</b>	✓		<b>ps</b>

	<b>2e: Evidências experimentais que apóiem ou refutem um modelo astronômico</b>	✓		<b>ps</b>
--	---	---	--	-----------

#### 4.1.3 - Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia

##### ***Critério 3a - Filosófico:***

Somente em um momento da coleção analisada as autoras escreveram algo que pode levar os leitores a pensar e a discutir questões relacionadas ao critério agora analisado.

No Capítulo 8, há o seguinte parágrafo: “Por meio da luneta, Galileu fez descobertas no céu que chegaram a assustar as pessoas que viviam naquela época...” “[...] Há quatrocentos anos, essas descobertas causaram muita discussão, pois a maioria das pessoas cristãs que vivia na Europa acreditava que tudo no céu era perfeito e girava em torno da Terra...” (idem, p. 142).

##### ***Critério 3b - Sociológico:***

Em nenhum momento do texto as autoras realizaram algum tipo de comentário ou discussão sobre a influência da Astronomia na Sociedade ou vice-versa. Nem mesmo fizeram algum comentário sobre utilizar o conhecimento da ciência astronômica para resolver problemas sociais.

##### ***Critério 3c - Histórico:***

Neste ponto também não encontramos qualquer referência explícita das autoras. Tudo fica muito subentendido, dependendo dos leitores terem a capacidade de relacionar a influência da Astronomia na história da humanidade e sobre os efeitos de eventos históricos no desenvolvimento desta Ciência.

##### ***Critério 3d - Político:***

Há um momento em que as autoras fazem uma rápida referência a este critério e é quando, no Capítulo 8, colocam a questão da corrida espacial que

se desenvolveu no final da Segunda Guerra Mundial. Neste momento, elas escrevem sobre a disputa política e econômica que levou a Guerra Fria entre os Estados Unidos e União Soviética. Elas colocam o seguinte:

Contudo, mesmo depois da Segunda Guerra Mundial, russos e norte-americanos seguiram disputando o domínio da Terra. Gastaram muito dinheiro e tiveram trabalho para desenvolver foguetes que conseguissem sair da Terra. Chegar ao espaço cósmico e à Lua era demonstração da força necessária para dominar os povos do planeta (idem, p. 140).

Entretanto, as autoras poderiam ter mencionado algo sobre a *Corrida Espacial* que levou ao desenvolvimento da Astronáutica que, por sua vez, contribuiu significativamente para o desenvolvimento de tecnologias úteis no dia a dia das pessoas, como a computação, relógios digitais, teflon, métodos de análise clínica (medicina) etc.

**Critério 3e - Econômico:**

Não há, em nenhum momento do texto, algo sobre este critério.

**Critério 3f - Humanístico:**

Assim como no critério anterior, as autoras não exploraram qualquer assunto relacionado aos aspectos estéticos, criativos e culturais da atividade astronômica. Muito menos sua relação com as artes e literatura.

**Quadro IV: Resultado da análise ‘Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia’ da Coleção Ciências: Atitude e Conhecimento**

<b>Coleção Ciências: Atitude e Conhecimento</b>				
	<b>Critérios de análise</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Resultados parciais</b>
<b>Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade</b>	<b>3a: Questões de caráter filosófico</b>	✓		<b>i</b>
	<b>3b: Questões de caráter sociológico</b>		✓	<b>ne</b>
	<b>3c: Questões de caráter histórico</b>		✓	<b>ne</b>

<b>e</b>  <b>Astronomia</b>	<b>3d: Questões de caráter político</b>	✓		<b>i</b>
	<b>3e: Questões de caráter econômico</b>		✓	<b><u>ne</u></b>
	<b>3f: Questões de caráter humanístico</b>		✓	<b><u>ne</u></b>

#### **4.1.4 – Comentário sobre a análise do texto de Astronomia da Coleção Ciências: Atitude e Conhecimento**

Observando os resultados parciais dos quadros II, III e IV, verificaremos que houve exemplos das categorias desejadas, apesar de termos obtido nove resultados ‘*sim*’ e seis resultados ‘*não*’ para os critérios que nos propusemos analisar.

Dentro dos critérios que apareceram exemplos, observamos que, exceção dos critérios 1a e 2c que foram classificados como ‘satisfatório’, todos os outros foram qualificados como ‘pouco satisfatório’ e ‘insatisfatório’.

Vemos, assim, que nos quesitos *Construção do conhecimento astronômico* e *Natureza do conhecimento astronômico* as autoras não conseguiram atingir o objetivo de passar ao leitor uma visão abrangente da Astronomia como uma Ciência, mas sim uma visão ingênua, romântica, linear e acabada da ciência astronômica. Dizemos, com isto, que as autoras não mostraram, por exemplo, os sucessos e fracassos daqueles que se dedicaram à Astronomia e nem tão pouco mostraram a influência que a Astronomia teve na Sociedade e vice-versa. Por sinal, a sensação que se tem, é que a construção do conhecimento astronômico foi realizada, ao longo do tempo, por algumas poucas pessoas, pois não há nada no texto que mostre que muitos personagens participaram desta construção.

Duas outras questões nos chamaram a atenção. A primeira foi que em momento algum houve comentário sobre as técnicas e tecnologias que vieram a ser desenvolvidas devido à Astronomia. Em segundo lugar, em nenhum momento do texto se falou da Astronomia desenvolvida aqui no Brasil.

Entretanto, o que mais chamou a atenção, foi que as autoras também pouco exploraram a categoria *Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia*, já que é o objetivo principal de nosso trabalho. Somente nas categorias filosófica e econômica é que encontramos alguns exemplos e, mesmo assim, um de cada.

Para nós, é pouco o que há no texto de Astronomia da coleção analisada, o que pode levar o leitor a ter uma visão bastante deturpada e ingênua da Ciência e, no caso, da ciência astronômica.

#### **4.2 – Análise do Texto de Astronomia da Coleção Ciências – Novo Pensar**

A Coleção *Ciências – Novo Pensar*, da Editora FTD, é composta por quatro volumes, sendo que o conteúdo de Astronomia, composto por 15 páginas, está no primeiro volume que é referente ao 6º ano do Ensino Fundamental.

A coleção possui dois autores principais, Demétrio Gowdak (Licenciado em História Natural pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUC-PR) e Eduardo Martins (Licenciado em Ciências Biológicas pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo - USP). Há ainda três colaboradores, Antonio Carlos Pezzi (professor de Biologia de cursinho pré-vestibular), Júlio César Tonon (professor de Ciências e Biologia da rede particular de ensino / Pós-graduado em Saneamento ambiental pela Universidade Mackenzie) e Alaíde Maria de Souza (Professora de Ciências e Biologia da rede particular de ensino / Graduada em Biologia pela Universidade Mackenzie).

A edição da coleção que agora analisaremos é de 2009, sendo que em 2008 ela estava na lista das 13 coleções aprovadas pelo PNLD/2008. Acreditamos que esta edição de 2009 não tenha mudado significativamente em relação à sua antecessora. Contudo, ela não foi incluída no PNLD/2011.

Iniciemos, assim, a análise do texto de Astronomia da Coleção *Ciências – Novo Pensar*.

#### 4.2.1 – Construção do Conhecimento Astronômico

##### ***Critério 1a - Resultados com explicação científica:***

O único momento em que os autores colocam algum resultado com explicação científica, é quando no tópico '*Era uma vez a Astronomia*', eles escrevem que

O norte-americano Edwin Powell Hubble (1889-1953) descobriu que todas as galáxias se afastavam, como se todo o universo estivesse se expandindo. Hubble revelou, em 1929, que as distâncias entre as galáxias estariam aumentando, reforçando a teoria do Big Bang.

A teoria do Big Bang explica que todo o material que forma o Universo estava **aglomerado** num único ponto do espaço até que há 13 ou 15 bilhões de anos, ocorreu uma grande explosão. (GOWDAK e MARTINS, 2009, p. 16)

##### ***Critério 1b – Conhecimentos astronômicos como produtos de crises e mudanças de paradigmas:***

Não há registro algum no texto que se refira a este critério

##### ***Critério 1c - Uso de exemplos numéricos:***

Não existe qualquer uso de exemplos numéricos para apoiar ou refutar alguma teoria astronômica.

##### ***Critério 1d - Uso de analogias:***

O único momento em que os autores utilizam analogias para deixar a explicação de uma teoria ou conceito astronômico mais fácil de ser entendido está no quadro '*Os satélites artificiais*'

Como é possível colocar um satélite para dar voltas ao redor da Terra? [...] Uma explicação simplificada para os movimentos dos satélites foi dada pelo grande cientista inglês Isaac Newton.

Imagine alguém jogando horizontalmente uma pedra. Alguns metros depois essa pedra cai. Se o arremesso for mais forte, a pedra cairá mais adiante. Se for dada muito mais velocidade à pedra, ela poderá dar volta ao redor da Terra e cair próximo de onde foi lançada. Se, enfim, o impulso dado for maior ainda, ela não cairá e passará a dar voltas em torno da Terra (idem, p.18).

**Quadro V: Resultado da análise ‘Construção do Conhecimento Astronômico’ da Coleção Ciências – Novo Pensar**

<b>Coleção Ciências – Novo Pensar</b>				
<b>Categorias</b>	<b>Crítérios de análise</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Resultados parciais</b>
<b>Construção do Conhecimento Astronômico</b>	<b>1a: Resultados com explicações científicas</b>	✓		<b>I</b>
	<b>1b: Conhecimentos astronômicos como produtos de crises e mudanças profundas de paradigmas</b>		✓	<b>Ne</b>
	<b>1c: Uso de exemplos numéricos</b>		✓	<b>Ne</b>
	<b>1d: Uso de analogias</b>	✓		<b>I</b>

#### **4.2.2 - Natureza do Conhecimento Astronômico**

***Critério 2a – Desenvolvimento histórico de conceitos e teorias astronômicas:***

Os autores, em nenhum momento, expõem ao leitor que a Astronomia se desenvolveu através da construção de conhecimentos ao longo do tempo, mostrando, assim, uma visão linear e acumulativa da ciência astronômica.

***Critério 2b - Tentativa de pesquisa:***

Em nenhum momento do texto os autores explicam que, ao longo do tempo, as pessoas que se dedicaram à Astronomia tiveram sucessos e fracassos para chegar – ou não – a uma determinada teoria, nem tão pouco, os problemas que levaram para o desenvolvimento de uma determinada teoria.

***Critério 2c - Natureza empírica da Astronomia:***

Em nenhuma parte do texto de Astronomia da coleção analisada, os autores deixam claro que o conhecimento que temos hoje da ciência astronômica vem de observações e experimentos.

***Critério 2d - Elaboração de conceitos astronômicos:***

Em momento algum encontramos algo que nos leve a ter uma ideia sobre os desenvolvimentos de modelos astronômicos para explicar algum fenômeno da Astronomia.

***Critério 2e - Evidências experimentais que apóiem ou refutem um modelo astronômico:***

Não vemos nada sobre este critério no texto de Astronomia desta coleção.

**Quadro VI: Resultado da análise ‘Natureza do Conhecimento Astronômico’ da Coleção Ciências: Novo Pensar**

<b><i>Coleção Ciências – Novo Pensar</i></b>				
	<b>Critérios de análise</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Resultados parciais</b>
<b>Natureza do Conhecimento Astronômico</b>	<b>2a: Desenvolvimento histórico de conceitos e teorias astronômicas</b>		✓	<b><u>ne</u></b>
	<b>2b: Tentativa de pesquisa</b>		✓	<b><u>Ne</u></b>
	<b>2c: Natureza empírica da Astronomia</b>		✓	<b><u>Ne</u></b>
	<b>2d: Elaboração de modelos astronômicos</b>		✓	<b><u>ne</u></b>
	<b>2e: Evidências experimentais que apóiem ou refutem um modelo astronômico</b>		✓	<b><u>Ne</u></b>

### 4.2.3 - Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia

#### **Critério 3a - Filosófico:**

Não identificamos em nenhum momento do texto aspectos desta natureza.

#### **Critério 3b - Sociológico:**

O único momento em que vemos algo sobre este critério é no tópico ‘Os satélites artificiais’ quando os autores dizem que

Que utilidade têm os satélites para o ser humano? Os milhares de satélites já lançados têm muito objetivos. Podemos destacar alguns deles: militares, biológicos, de comunicação, de medidas da Terra, de observação e meteorológicos (idem, p. 18).

#### **Critério 3c - Histórico:**

Existem dois momentos no texto em que os autores parecem que vão desenvolver algo no sentido deste critério, mas não dão sequência no pensamento.

O primeiro momento é quando dizem que “Nos dois mil anos que antecederam o início da Era Cristã, muitos povos dedicaram-se ao estudo dos astros e à compreensão das leis celestes que os controlavam” (idem, p. 15). Perguntamos: por que esses povos dedicaram-se ao estudo da Astronomia?

O segundo momento é quando dizem que “mais ou menos em 5000 a.C. os **sumérios** desenvolveram uma astronomia considerada avançada para a época” (idem, p. 16). Perguntamos: avançada em que sentido? No que esta Astronomia avançada ajudou esta civilização?

Apesar de não explicitarem o porquê de a Astronomia ser importante no passado, vamos considerar como existentes, no texto, estes dois exemplos.

#### **Critério 3d - Político:**

Não observamos nada no texto que possa ser classificado neste critério.

#### **Critério 3e - Econômico:**

Não há nada escrito no texto sobre este critério.

**Critério 3f - Humanístico:**

Não há nada no texto que possa ser classificado neste critério.

**Quadro VII: Resultado da análise 'Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia' da Coleção Ciências: Novo Pensar**

<b>Coleção Ciências – Novo Pensar</b>				
	<b>Critérios de análise</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Resultados parciais</b>
<b>Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia</b>	<b>3a: Questões de caráter filosófico</b>		✓	<b>Ne</b>
	<b>3b: Questões de caráter sociológico</b>	✓		<b>I</b>
	<b>3c: Questões de caráter histórico</b>	✓		<b>Os</b>
	<b>3d: Questões de caráter político</b>		✓	<b>Ne</b>
	<b>3e: Questões de caráter econômico</b>		✓	<b>Ne</b>
	<b>3f: Questões de caráter humanístico</b>		✓	<b>Ne</b>

**4.2.4 – Comentário sobre a análise do texto de Astronomia da Coleção Ciências: Novo Pensar**

Observando os quadros V, VI e VII, verificaremos que os textos dessa coleção não se enquadram nas categorias propostas. Quando aparecem exemplos dos critérios de análise, como 1a, 1d, 3b e 3c, estes são pouco expressivos.

Uma questão que nos chamou a atenção, apesar de não ser uma categoria de análise, é o desenvolvimento da estrutura do texto. Ela é feita

praticamente por tópicos, sem nenhum tipo de ligação entre um capítulo e outro. Por sinal, no tópico '*Era uma vez a Astronomia*', os autores tentaram contar, em uma página e meia, aproximadamente, a história da Astronomia colocando fatos históricos em cada parágrafo. No entanto, cada fato histórico não tem conexão com o outro, deixando o texto completamente sem sentido a nosso ver.

Nas duas categorias que nos fazem ter uma visão da Astronomia como Ciência, *Construção do Conhecimento Astronômico* e *Natureza do conhecimento astronômico*, vemos que os autores não passaram informação alguma. O leitor fica sem saber qual foi a importância da Astronomia para a humanidade e qual o papel da Sociedade no desenvolvimento desta Ciência. Não foi comentado nada sobre as tecnologias que a Astronomia ajudou a criar e desenvolver e as tecnologias que ajudaram no crescimento da ciência astronômica. Também não se fala nada sobre os problemas, derrotas e vitórias da Astronomia desenvolvida aqui no Brasil.

Em suma, com este texto, o leitor tem uma visão muito ingênua, deturpada e linear da ciência astronômica.

#### **4.3 – Análise do Texto de Astronomia da Coleção Ciências: Natureza & Cotidiano**

Cinco autores são responsáveis pela coleção de 2008 da Editora FTD. São eles: José Trivellato que é Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo (USP), Mestre em Didática e Doutor em Educação pela USP; Silvia Trivellato que é Licenciada em Ciências Biológicas pela USP, Mestre em Biologia e Doutora em Didática pela USP; Marcelo Motokane que é Licenciado em Ciências Biológicas, Mestre e Doutor em Educação pela USP; Júlio Foschini Lisboa que é Licenciado em Química e Mestre em Ensino de Ciências pela USP; e Carlos Kantor que é Bacharel em Meteorologia, Licenciado em Física, Mestre em Ensino de Ciência, e Doutorando na Faculdade de Educação da USP.

A coleção que vamos agora analisar está entre as 13 que foram recomendadas pelo PNLD/2008 e também pelo PNLD/2010. Ela possui quatro volumes, sendo que o conteúdo de Astronomia está no primeiro que se refere ao 6º ano do Ensino Fundamental.

A Astronomia aparece com o tema *Terra e Universo* e está diluída em quatro capítulos totalizando 44 páginas: Capítulo 17 – Localização e orientação, Capítulo 18 – Dia e noite, Capítulo 19 – As estações do ano e Capítulo 20 – O movimento dos corpos celestes e as medidas de tempo.

#### 4.3.1 – Construção do Conhecimento Astronômico

##### ***Critério 1a: Resultados com explicação científica***

O primeiro momento em que os autores colocam algo referente a este critério está no final do Capítulo 17 no quadro '*Um pouco de história da bússola*'. Neste momento, os autores colocam:

Há milhares de anos, os gregos já sabiam que certos tipos de materiais naturais podem atrair o ferro. [...] Os gregos e romanos, embora estivessem a par da existência de materiais magnéticos, desconheciam o campo magnético da Terra. [...] A compreensão científica do comportamento da bússola só ocorreu a partir do século XVII, quando William Gilbert demonstrou que a Terra atua como um ímã e é circundada por um campo magnético (TRIVELLATO *et. al.*, 2008, p. 200)<sup>26</sup>.

No quadro '*O clima em sua região*', do Capítulo 19, os autores explanam o porquê de percebermos facilmente que há uma mudança climática sazonal característica que ocorre ao longo do tempo apesar de em determinados lugares o clima variar devido a vários fatores:

As condições climáticas podem ser muito diferentes dependendo do local considerado e sofrem influência, entre outros fatores, do relevo da região, da altitude e da proximidade do mar. Mas em todas as regiões do país são percebidas diferenças climáticas ao longo do ano, que se repetem periodicamente. A ocorrência dos períodos mais secos

---

<sup>26</sup> O texto que está no quadro '*Um pouco de história da bússola*' foi retirado do Earth Science Curriculum Project (ESCP). Investigando a Terra. São Paulo: McGraw-Hill, 1973, v.1.

ou chuvosos, mais frios ou mais quentes está relacionada às **estações do ano** (idem, p. 212).

Ainda permanecendo no tema estações do ano, os autores, no Capítulo 19, dão a explicação da ocorrência deste fenômeno:

A Terra realiza dois movimentos de grande importância para o nosso dia a dia: a **rotação** [...]; a **translação** [...]. Lembre-se de que o eixo imaginário do planeta Terra está inclinado em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol [...]. Você deve ter notado que a explicação para a ocorrência das estações do ano não é simples, pois depende do movimento da Terra ao redor do Sol (translação) e da inclinação do eixo de rotação terrestre. Isso determina a quantidade de luz solar recebida pelas diversas regiões do planeta ao longo do ano (idem, p. 220).

No Capítulo 20, os autores apresentam um texto retirado da revista *Ciência Hoje*<sup>27</sup>. Este texto se refere ao tema '*Meteoros e Meteoritos*'. Vamos encontrar a seguinte explicação para a ocorrência dos meteoros:

[...] Todos os dias, a Terra é bombardeada por dezenas ou até centenas de pequenos corpos vindos do espaço interplanetário. Entretanto, devido ao pequeno tamanho deles – alguns centímetros, no máximo –, esses pequenos objetos são totalmente desintegrados em sua passagem pela atmosfera. Muitos leitores provavelmente já viram uma “estrela cadente”. Na realidade, esses rastros luminosos que cruzam o céu noturno nada têm a ver com estrelas. Eles são o que, em termos técnicos, chamamos de micrometeoritos, ou seja, pequenos corpos cujo tamanho varia de um grão de areia ou uma pedrinha. Ao entrarem na atmosfera terrestre, os micrometeoritos, dotados de grandes velocidades, tornam-se incandescentes devido ao atrito com as camadas superiores, criando os rastros luminosos que chamamos “estrelas cadentes” (idem, p. 234)

### ***Critério 1b: Conhecimentos astronômicos como produtos de crises e mudanças profundas de paradigmas***

O único local onde vemos algo relativo ao critério 1c é no quadro '*É interessante ler: Geocentrismo x Heliocentrismo*'. Nele observamos o seguinte;

---

<sup>27</sup> LAZZARO, D. Fim do mundo? *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, SBPC, v.32, n.187, out. 2002.

Na antiguidade, acreditava-se que o dia e a noite ocorriam porque o céu girava ao redor da Terra, enquanto ela permanecia parada no centro do Universo.

A partir de muitas observações e trabalhos de vários astrônomos, Cláudio Ptolomeu, [...], propôs uma representação em que a Terra estava parada no centro do Universo e era cercada por vários astros que giravam ao seu redor [...].

A representação de Ptolomeu foi um marco na história da Astronomia. Trata-se da teoria do **Universo Geocêntrico** [...]. O geocentrismo de Ptolomeu foi amplamente aceito, mas, depois de muitos anos, alguns pesadores questionaram a ideia da Terra como o centro do Universo. Entre eles, um astrônomo chamado Nicolau Copérnico (1473-1543) sugeriu que a Terra não era o centro do Universo, mas se deslocava como os demais planetas ao redor do Sol. (idem, p. 203)

***Critério 1c: Uso de exemplos numéricos***

Em nenhum momento do texto de Astronomia vemos o uso de exemplos numéricos para apoiar ou refutar uma teoria astronômica.

***Critério 1d: Uso de analogias***

Em nenhum momento os autores utilizaram analogias para exemplificar algum conhecimento astronômico.

**Quadro VIII: Resultado da análise ‘Construção do Conhecimento Astronômico’ da Coleção Ciências: Natureza & Cotidiano**

<b><i>Coleção Ciências: Natureza &amp; Cotidiano</i></b>				
	<b>Crítérios de análise</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Resultados parciais</b>
<b>Construção do Conhecimento Astronômico</b>	<b>1a: Resultados com explicações científicas</b>	✓		<b>St</b>
	<b>1b: Conhecimentos astronômicos como produtos de crises e mudanças profundas de paradigmas</b>	✓		<b>i</b>
	<b>1c: Uso de exemplos numéricos</b>		✓	<b>Ne</b>
	<b>1d: Uso de analogias</b>		✓	<b>Ne</b>

#### 4.3.2 - Natureza do Conhecimento Astronômico

##### ***Critério 2a: Desenvolvimento histórico de conceitos e teorias astronômicas***

O único momento em que os autores exploram algo sobre este critério é no quadro '*É interessante ler: Geocentrismo e Heliocentrismo*' no Capítulo 18.

Neste quadro, há uma explanação sobre o modelo do Universo Geocêntrico e o modelo do Universo Heliocêntrico. Os autores colocam que no passado as pessoas acreditavam no geocentrismo, pois tudo parecia girar ao redor de nossas cabeças. Contudo, ao longo da história, começou-se a questionar o geocentrismo, culminando com o modelo Heliocêntrico do Universo.

No resto do texto, os autores apresentam uma visão linear e cumulativa da Astronomia.

Neste caso, vamos considerar que os autores exploraram este conceito, mas somente em um momento.

##### ***Critério 2b: Tentativa de pesquisa***

Não encontramos, em nenhum dos textos, algo relativo a este critério.

##### ***Critério 2c: Natureza empírica da Astronomia***

Encontramos na coleção alguns exemplos que se encaixam neste critério.

No Capítulo 18, no quadro '*É interessante ler: Geocentrismo x Heliocentrismo*', temos:

A partir de muitas observações e trabalhos de vários astrônomos, Cláudio Ptolomeu, o último dos grandes astrônomos gregos, propôs uma representação em que a Terra estava parada no centro do Universo e era cercada por vários astros que giravam ao seu redor... (idem, p. 203).

Vemos no Capítulo 19, no tópico '*Como as estações do ano são percebidas?*', os autores apresentarem uma nota no meio da página dizendo o seguinte:

Na antiguidade, para o povo egípcio, as cheias do rio Nilo eram usadas para definir as estações do ano, pois eram um evento fundamental para a sobrevivência. Após as cheias, quando as águas baixavam, os agricultores semeavam suas plantações e, antes que o rio enchesse novamente, faziam a colheita. Dessa forma, os egípcios dividiam o ano em três estações: a cheia, o plantio e a colheita (idem, p. 215)

Observamos no Capítulo 20 os autores escreverem:

Durante muitos anos, a Lua foi usada para medir o tempo e, ainda hoje, alguns povos utilizam esse sistema. Isso é possível porque há mudanças na parte que vemos iluminada, e essa mudança ocorre em ciclos que se repetem na mesma sequência ... (idem, p. 225)

Ainda no Capítulo 20, no tópico '*Mas como se marcavam as horas do dia na Antiguidade?*' notamos:

O movimento dos astros, também, nesse caso, foi útil para o ser humano resolver esse problema. Houve uma época em que a regularidade das estações do ano bastava como divisão do tempo. [...] As primeiras tentativas para a divisão do tempo de cada dia foram baseadas no período iluminado do dia. Assim foram criados os primeiros relógios de sol, os quais se baseavam na sombra produzida por uma vara fixada na vertical (idem, p. 227).

#### ***Critério 2d: Elaboração de modelos astronômicos***

Não vemos nada relacionado a este critério do texto de Astronomia da coleção analisada.

#### ***Critério 2e: Evidências experimentais que apóiem ou refutem um modelo astronômico***

Em nenhum momento, os autores fazem menção a fatos observacionais ou experimentais que confirmaram ou refutaram algum modelo astronômico.

**Quadro IX: Resultado da análise ‘Natureza do Conhecimento Astronômico’ da Coleção Ciências: Natureza & Cotidiano**

<b>Coleção Ciências: Natureza &amp; Cotidiano</b>				
	<b>Critérios de análise</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Resultados parciais</b>
<b>Natureza do Conhecimento Astronômico</b>	<b>2a: Desenvolvimento histórico de conceitos e teorias astronômicas</b>	✓		<b>i</b>
	<b>2b: Tentativa de pesquisa</b>		✓	<b>ne</b>
	<b>2c: Natureza empírica da Astronomia</b>	✓		<b>st</b>
	<b>2d: Elaboração de modelos astronômicos</b>		✓	<b>ne</b>
	<b>2e: Evidências experimentais que apoiem ou refutem um modelo astronômico</b>		✓	<b>ne</b>

#### 4.3.3 – Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia

##### ***Critério 3a – Questões de caráter filosófico***

O único momento em que vemos algo relativo a este critério está no quadro *‘É interessante ler: o preço de ousar’*, em que os autores exploram a questão dos impactos das descobertas astronômicas sobre a sociedade através das ideias de Giordano Bruno. Neste quadro, os autores expõem os problemas sobre os pensamentos de Bruno que causaram um impacto na sociedade da época que ocasionou sua morte no ano de 1600. Vemos isto no trecho:

Mas suas ideias sobre a vida e o Universo incomodavam muita gente, fazendo-o conquistar inimigos tanto entre religiosos católicos como entre protestantes.

Denunciado por um fanático religioso, Giordano Bruno foi submetido a um longo processo pelo Tribunal da Santa Inquisição... [...] Foi queimado vivo, depois de sete anos de prisão e tortura. (idem, p. 208)

***Critério 3b: Questões de caráter sociológico***

Não houve nenhum tipo de discussão sobre a influência da Astronomia na sociedade e vice-versa.

***Critério 3c: Questões de caráter histórico***

Não observamos nenhum tipo de discussão que possa ser classificado neste critério.

***Critério 3d: Questões de caráter político***

Não observamos nenhum tipo de discussão sobre o caráter político da ciência astronômica.

***Critério 3e: Questões de caráter econômico***

Não há nenhuma discussão que possa ser classificada neste critério.

***Critério 3f: Questões de caráter humanístico***

Não há nenhum tipo de discussão que possa ser classificada neste critério.

**Quadro X: Resultado da análise ‘Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia da coleção Ciência: Natureza & Cotidiano**

<b><i>Coleção Ciências – Natureza &amp; Cotidiano</i></b>				
	<b>Critérios de análise</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Resultados parciais</b>
	<b>3a: Questões de caráter filosófico</b>	✓		<b>i</b>
	<b>3b: Questões de caráter sociológico</b>		✓	<b>Ne</b>

<b>Interações Ciência- Tecnologia-Sociedade e Astronomia</b>	<b>3c: Questões de caráter histórico</b>		✓	<b>Ne</b>
	<b>3d: Questões de caráter político</b>		✓	<b>Ne</b>
	<b>3e: Questões de caráter econômico</b>		✓	<b>Ne</b>
	<b>3f: Questões de caráter humanístico</b>		✓	<b>Ne</b>

#### 4.3.4 – Comentário sobre a análise da Coleção Ciências: Natureza & Cotidiano

Com respeito aos conteúdos tradicionais de Astronomia, essa coleção nos pareceu a mais completa, quando comparada às demais analisadas. Há uma estrutura lógica que liga cada capítulo e cada tópico, não havendo assuntos desconectados e sem sentido.

Entretanto, os conteúdos são apresentados de forma tradicional, com um enfoque formalista, em que se consideram conhecimentos acabados e definitivos.

Nas categorias que nos fazem ter uma visão da Astronomia como Ciência, ou seja, *Construção do conhecimento astronômico* e *Natureza do conhecimento astronômico*, observamos que somente alguns critérios de análise foram bem trabalhados no texto, como 1a e 2c. Já os critérios 1b e 2a, apesar de aparecerem exemplo, estes foram inexpressivos. Este resultado, de certa maneira, não possibilita ao leitor obter uma visão correta da ciência astronômica.

Na categoria Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia, verificamos também que o texto tem várias lacunas. Os autores não conseguiram, dentro de nossos critérios, relacionar conhecimentos astronômicos com conhecimentos culturais e humanísticos e evidenciar a Astronomia como uma Ciência próxima à Sociedade, moldada por diferentes pessoas ao longo da história, com inúmeros valores e crenças.

Abaixo, apresentamos um quadro geral mostrando as categorias e critérios de análise das três coleções de ciências.

**Quadro XI: Síntese da análise das coleções**

<b>Categorias</b>	<b>Critério de análise</b>	<b>Ciências: Novo Pensar</b>	<b>Ciências: Atitude e Conhecimento</b>	<b>Ciências: Natureza &amp; Cotidiano</b>
<b>Construção do Conhecimento Astronômico</b>	1a	Sim / <b>(i)</b>	Sim / <b>(st)</b>	Sim / <b>(st)</b>
	1b	Não / <b>(ne)</b>	Sim / <b>(i)</b>	Sim / <b>(i)</b>
	1c	Não / <b>(ne)</b>	Não / <b>(ne)</b>	Não / <b>(ne)</b>
	1d	Sim / <b>(i)</b>	Sim / <b>(ps)</b>	Não / <b>(ne)</b>
<b>Natureza do Conhecimento Astronômico</b>	2 <sup>a</sup>	Não / <b>(ne)</b>	Não / <b>(ne)</b>	Sim / <b>(i)</b>
	2b	Não / <b>(ne)</b>	Sim / <b>(i)</b>	Não / <b>(ne)</b>
	2c	Não / <b>(ne)</b>	Sim / <b>(st)</b>	Sim / <b>(st)</b>
	2d	Não / <b>(ne)</b>	Sim / <b>(ps)</b>	Não / <b>(ne)</b>
	2e	Não / <b>(ne)</b>	Sim / <b>(ps)</b>	Não / <b>(ne)</b>
<b>Interações Ciência- Tecnologia- Sociedade e Astronomia</b>	3a	Não / <b>(ne)</b>	Sim / <b>(i)</b>	Sim / <b>(i)</b>
	3b	Sim / <b>(i)</b>	Não / <b>(ne)</b>	Não / <b>(ne)</b>
	3c	Sim / <b>(ps)</b>	Não / <b>(ne)</b>	Não / <b>(ne)</b>
	3d	Não / <b>(ne)</b>	Sim / <b>(i)</b>	Não / <b>(ne)</b>
	3e	Não / <b>(ne)</b>	Não / <b>(ne)</b>	Não / <b>(ne)</b>
	3f	Não / <b>(ne)</b>	Não / <b>(ne)</b>	Não / <b>(ne)</b>

**Quadro XII: Síntese quantitativa da análise das coleções. Frequência com que aparecem exemplos das categorias analisadas.**

<b>Categorias</b>	<b>Porcentagem de 'sim' em cada critério</b>
-------------------	--

<b>Construção do conhecimento astronômico</b>	58,3%
<b>Natureza do conhecimento astronômico</b>	40%
<b>Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia</b>	27,7%

Os Quadros XI e XII nos fornecem dados importantes quanto aos textos de Astronomia nos Livros Didáticos de Ciências do Ensino Fundamental. É claro que não podemos generalizar estes resultados como padrões dos textos de Astronomia de todas as outras coleções existentes. De qualquer maneira, os dados obtidos nos mostram que não há equilíbrio entre as 3 categorias analisadas – *Construção do Conhecimento Astronômico*, *Natureza do Conhecimento Astronômico* e *Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia*.

A maior representatividade de ‘sim’ (58,3%) está na categoria ‘*Construção do Conhecimento Astronômico*’. É interessante notar que Malaver et. al. (2004) também encontraram este mesmo resultado em suas pesquisas com livros didáticos de Química. Para eles, isto se deve ao fato de que “os conceitos mais importantes da química (no nosso caso da Astronomia), confirmam a temática principal dos textos” (MALAVER et. al., 2004, p. 449).

A seguir, vem a categoria ‘*Natureza do Conhecimento Astronômico*’, com 40% de ‘sim’. Um dos motivos que, talvez, vejamos um percentual mais baixo que a categoria anterior, seja o fato desta estar relacionada com a própria noção de Natureza da Ciência que, segundo Nascimento e Carvalho (2007, p.3) “é alvo de debates em que se manifestam divergências entre filósofos da ciência e também entre alguns autores que analisam tais filósofos”. No entanto, as autoras colocam que podemos considerar algumas características da Natureza do Conhecimento em Ciências como: “a ciência é uma construção histórica e humana, ou ainda, um conhecimento com perspectivas abertas”. Como os autores dos Livros Didáticos de Ciências que

analisamos apresentam a Astronomia como uma Ciência ingênua, acabada e linear, acreditamos que seja natural que se tenha um percentual de exemplos do critério '*Natureza do Conhecimento Astronômico*' menor do que a categoria '*Construção do Conhecimento Astronômico*'.

Quanto à categoria '*Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia*', percebemos que os textos contemplam somente 27,7% de 'sim'. Isto nos mostra, que, praticamente, os autores não fazem qualquer tipo de relação da Ciência e Tecnologia com a Sociedade. Malaver et. al. (2004) também encontraram dados semelhantes na pesquisa que fizeram afirmando que há pouquíssima inclinação dos autores por este tipo de relação.

Infelizmente, os autores dos livros analisados não se preocuparam em explorar as questões propostas pelo Movimento CTS que poderiam ajudar professores e alunos a compreenderem o papel da Astronomia para humanidade. Questões como os conflitos nas ideias Astronômicas que originaram novos paradigmas, assim como os conflitos políticos, religiosos, econômicos e comerciais que contribuíram para novos estudos em Astronomia praticamente estão ausentes das coleções.

O que é importante também ressaltar é que, apesar de o percentual de 'sim' ter sido alto na categoria *Construção do Conhecimento Astronômico* com quase 60%, isto não significa que seja algo bom. Ao verificarmos o quadro XI, observaremos que somente no critério 1a das coleções *Ciências: Atitude e Conhecimento* e *Ciências: Natureza & Cotidiano* há o resultado 'satisfatório'. Os outros resultados 'sim' são 'pouco satisfatório' e 'insatisfatório'.

Situação semelhante pode ser vista na categoria *Natureza do Conhecimento Astronômico*, já que somente no critério 2c das coleções *Ciências: Atitude e Conhecimento* e *Ciências: Natureza & Cotidiano* é que vemos o resultado 'satisfatório'.

Não podemos deixar de mencionar ainda que em nossa análise verificamos que nos textos de Astronomia as informações são muitos pontuais, muitas vezes sem ligação umas com as outras. Os textos relacionados à História da Astronomia, por exemplo, que poderiam ajudar a contemplar e complementar um determinado assunto são "jogados" no meio da página como meras figurações.

Não se observa também nos livros que o conhecimento seja apresentado de forma integrada e em espiral, ou seja, que um determinado conceito seja enunciado e trabalhado em níveis crescentes de complexidade e aproximações com a realidade. Os conceitos aparecem uma única vez num determinado momento de uma série e depois não mais. São apresentados de forma estanque, não se observando uma progressão do geral para o específico, ao longo das séries.

## 5. Considerações Finais

O objetivo de nosso trabalho foi analisar os textos de Astronomia existentes em três coleções de Ciências do Ensino Fundamental utilizando três categorias de análise com seus respectivos critérios. Para a definição das categorias de análise levamos em conta as utilizadas por Malaver et al. (2004) e por Rosenthal (1989). A seguir, essas categorias foram adaptadas para melhor compreendermos como a Astronomia é apresentada nos Livros Didáticos de Ciências. As três categorias já adaptadas para nosso objetivo foram: *Construção do Conhecimento Astronômico*, *Natureza do Conhecimento Astronômico* e *Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade e Astronomia*.

Das três categorias escolhidas, aquela que mais nos interessava e causava preocupação de sua existência ou não nos textos de Astronomia, era a terceira, ou seja, a que relacionava o Movimento CTS à ciência astronômica. Por que disto? Pelo fato de que

[...] uma maneira de relacionar os conteúdos dos textos aos problemas reais é através do enfoque ciência-tecnologia-sociedade CTS já que este promove o interesse dos estudantes por conectar a ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana, aborda as implicações sociais e éticas do uso da tecnologia envolvida e permite adquirir uma compreensão da natureza da ciência e dos trabalhos científicos (CAAMANO, 1995 *apud* MALAVER et al. 2004).

Além do mais, nos próprios Parâmetros Curriculares Nacionais observamos a sugestão do uso dos preceitos CTS para se trabalhar o ensino de Ciências. Vemos isto quando lemos nos PCN o seguinte:

O modelo desenvolvimentista mundialmente hegemônico na segunda metade do século caracterizou-se pelo incentivo à industrialização acelerada, ignorando-se os custos sociais e ambientais desse desenvolvimento. Em consequência, problemas sociais e ambientais, associados às novas formas de produção, passaram a ser realidade reconhecida em todos os países, inclusive no Brasil. Os problemas relativos ao meio ambiente e à saúde começaram a ter presença nos currículos

de Ciências Naturais, mesmo que abordados em diferentes níveis de profundidade.

No ensino de Ciências Naturais, a tendência conhecida desde os anos 80 como Ciência, Tecnologia e Sociedade. (CTS), que já se esboçara anteriormente e que é importante até os dias de hoje, é uma resposta àquela problemática. (BRASIL, 1998, p.20)

Apesar dos PCN já recomendarem a inclusão do enfoque CTS no ensino de Ciências desde 1997, essa orientação não tem sido colocada em prática. Devido aos resultados obtidos por outros autores, quando começamos nosso trabalho, já sabíamos que o ensino-aprendizagem de Astronomia era bastante deficiente. Vários autores citados neste trabalho, por exemplo, já apontavam os principais problemas hoje existentes: pré-concepção de professores e alunos quanto aos fenômenos celestes, erros conceituais encontrados em livros didáticos de ciências e deficiente formação acadêmica da maioria dos professores hoje em atividade.

Nossa proposta era, assim, direcionar nosso olhar na busca de subsídios para corroborar ou refutar alguns dados que já tínhamos de leituras prévias dos livros de ciências.

Para atingirmos nosso objetivo, iniciamos o trabalho fazendo uma introdução para mostrar o quanto a Astronomia é antiga e o que ela representou para a humanidade ao longo do tempo. Comentamos também que, em pleno século XXI, as chamadas pseudo-ciências, como a Astrologia, ainda fazem parte da vida das pessoas. Em seguida, definimos a Astronomia acadêmica e a popular para mostrar que a segunda é aquela que está inserida nos livros didáticos de ciências. Para concluir a introdução, explanamos qual o método que utilizaríamos para fazer a análise das coleções que foi a *Análise de Conteúdo*.

O primeiro capítulo foi destinado a dar um panorama da Astronomia em território nacional começando por uma rápida história da Astronomia enfatizando esta Ciência no ensino primário e secundário desde a época do Descobrimento até os dias atuais. Em seguida, comentamos sobre a Astronomia presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais e exploramos os principais problemas hoje trabalhados no ensino-aprendizagem da Astronomia.

No capítulo 2, comentamos um pouco sobre a questão do Livro Didático de Ciências no Brasil e a Ciência contida no Livro Didático. Já no capítulo 3, Apresentamos propriamente falando, o Movimento CTS, caracterizando a educação científica e tecnológica. Por fim, fizemos a análise dos livros didáticos.

Chegando ao término deste trabalho, é possível observarmos que os três problemas ora citados do ensino-aprendizagem de Astronomia são apenas a “ponta do iceberg”, já que se analisarmos os livros didáticos de ciências sob a óptica da Natureza da Ciência e do Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), verificaremos a existência de muitas questões que ainda necessitam ser pensadas e trabalhadas. Questões que estão ligadas a uma nova maneira de visualizar o ensino de Ciências, i.e., uma nova forma de se trabalhar a alfabetização científica.

Por este motivo, não nos preocupamos, durante nossas análises, em comentar os erros conceituais que, por ventura, achávamos<sup>28</sup> nas coleções analisadas. Nosso olhar estava estritamente voltado em verificar se os autores só se preocuparam em transmitir fatos e dados da Astronomia<sup>29</sup>, ou se eles, além disto, se preocuparam em mostrar a Astronomia como uma Ciência e, além disto, uma Ciência humana ligada intimamente à Sociedade.

Em nossa análise, constatamos que os preceitos do Movimento CTS na Astronomia praticamente inexistem nos textos. Disto resulta, a nosso ver, uma precária alfabetização científica e visão da Astronomia como uma Ciência humana, já que, para Sasseron e Carvalho (2008, p.335) a alfabetização científica emerge da

[...] necessidade de um ensino de Ciências capaz de fornecer aos alunos não somente noções e conceitos científicos, mas também é importante e preciso que os alunos possam “fazer ciência”, sendo defrontados com problemas autênticos nos quais a investigação seja condição para resolvê-los. É preciso também proporcionar oportunidades para que os alunos tenham um entendimento público da ciência, ou seja, que

---

<sup>28</sup> Durante nossas análises detectamos erros conceituais da Astronomia nos livros didáticos. Erros, em alguns momentos, sérios. Leite e Hosoume (2010) dizem que houve uma diminuição dos erros conceituais e de figuras encontrados nos livros de ciências nestes últimos anos. Este fato pode até ser verdade, mas, pelo que verificamos, ainda há muito que fazer em relação a este tema.

<sup>29</sup> O que não deixa de ter, também, sua importância.

sejam capazes de receber informações sobre temas relacionados à ciência, à tecnologia e aos modos como estes empreendimentos se relacionam com a sociedade e com o meio-ambiente e, frente a tais conhecimentos, sejam capazes de discutir tais informações, refletirem sobre os impactos que tais fatos podem representar e levar à sociedade e ao meio ambiente e, como resultado de tudo isso, posicionarem-se criticamente frente ao tema.

O que nos causa preocupação com nosso trabalho, é o fato de que os livros analisados estavam e estão ainda listados no PNLD e, alguns deles, bem avaliados. Segundo Martins e Tomazello (2009), com o PNLD, o Ministério da Educação e Cultura (MEC) tem possibilitado a criação de várias comissões para a avaliação dos livros didáticos, em busca de uma melhor qualidade. Não obstante, segundo Nuñez et. al (2003, p.1), esse processo ao longo dos anos tem sido lento, confrontando por vezes a interesses editoriais que nada têm a ver com as novas orientações para se trabalhar o Ensino de Ciências.

Para Martins e Tomazello (2009) essa lentidão a que se referem os autores acima não é responsabilidade da equipe de avaliadores. Para os autores,

a análise dessas obras se configura em trabalho técnico que reúne professores de todo o Brasil, os quais, a partir do edital, analisam os livros submetidos pelas editoras de forma “cega” e pautada em critérios eliminatórios e classificatórios. Convém destacar que o grupo de avaliadores tem um relativo poder em rejeitar uma coleção, quando, por exemplo, não contenha erros substanciais (critério eliminatório), mas apresente uma proposta pedagógica considerada ultrapassada (critério classificatório). Assim, o fato de o livro didático ter sido aprovado não significa que ele não traga falhas, ou que não possa ser melhorado. (MARTINS e TOMAZELLO, 2009, p.5)

Os critérios então precisariam ser revistos de modo que a abordagem CTS pudesse ser mais evidente nos livros didáticos. Como vimos, é imprescindível que o aluno tenha contato com uma alfabetização científica que contribua para sua formação como cidadão participativo e consciente de seu futuro.

Outra questão a ser destacada é a falta de assuntos relacionados à alfabetização tecnológica. Sabemos que nos dias atuais, esta alfabetização é

tão importante quanto a científica, já que convivemos diariamente com a Tecnologia, seja em nossa casa, trabalho, escola etc.

A educação tecnológica é importante, pois, como diz Acevedo Díaz (1998, p.410), ela conduz “a orientação vocacional e a preparação pré-profissional dos jovens para o mundo do trabalho, para conhecer uma das mais importantes realizações da humanidade de todos os tempos, com o intuito de desenvolver a capacidade para a avaliação e o uso responsável da tecnologia”. Lacerda (1997, p.92) caminha também nesta direção, quando diz que “fala-se cada vez mais no advento de uma sociedade eminentemente tecnológica, na qual as aplicações práticas do trabalho científico estarão mais rapidamente disponíveis e inseridas no cotidiano imediato dos cidadãos”.

Apesar de não fazer parte de nossa análise, outra questão que nos chamou bastante a atenção, foi a completa falta de inserção de questões relacionadas à Astronomia desenvolvida aqui no Brasil. Acreditamos que é necessário inserirmos este tema com o intuito de valorizarmos nossos profissionais, já que eles estão produzindo Tecnologias e realizando trabalhos no mesmo nível de seus colegas estrangeiros. Se entrarmos, por exemplo, na página eletrônica do Instituto Astronômico, Geofísico e de Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo, veremos que o IAG, desde março de 2001, está inserido em um programa do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), em conjunto com do PADCT e CNPq, denominado de *Institutos do Milênio*, que tem o objetivo de investir em locais estratégicos da ciência brasileira (IAG, 2010). Vemos ainda na página que os recursos oriundos deste programa contribuíram para gerar o chamado “MEGALIT – Instituto do Milênio para Evolução de Estrelas e Galáxias na Era dos Grandes Telescópios: Implementação de instrumentação para o SOAR e GEMINI” com recurso de R\$ 3,1 milhões. Disto resultou, entre 2002 e 2004, uma enorme quantidade de artigos publicados.

Infelizmente, não temos como comparar nossos resultados com de outros pesquisadores para saber se o que encontramos sobre a Astronomia nos livros analisados é uma tendência ou não, já que não descobrimos nenhum outro trabalho que faça a relação Astronomia e Movimento CTS.

No entanto, acreditamos que seja possível relacionar nossos resultados com os resultados de trabalhos de outras disciplinas que utilizaram o Movimento CTS.

Em trabalho recente, Amaral et al. (2009) tentam verificar a relação existente entre o Movimento CTS e as funções orgânicas existentes nos livros de Química do Ensino Médio recomendados no PNLD.

Os autores colocam que

Os resultados mostraram que a inserção das relações CTS não está totalmente contemplada nos conteúdos de funções orgânicas nos livros didáticos, apesar da importância dos compostos orgânicos na sociedade e de suas aplicações e utilizações no cotidiano dos cidadãos (AMARAL et al., 2009, p.111)

Mais à frente, os autores acrescentam

Algumas das constatações verificadas nesse estudo é a total ausência nos conteúdos dos indicadores 7 e 9 nas seis obras analisadas. O indicador 7 verifica a abordagem do conhecimento tecnológico como fornecedor de técnicas para o desenvolvimento científico e o indicador 9 aborda o vínculo do conhecimento científico com outras formas de conhecimento evitando tratá-lo como verdade absoluta. Em relação a este último, acredita-se que ao não vincular os conhecimentos científicos com os conhecimentos prévios dos alunos, contribui-se para a construção de uma imagem errônea da ciência, como verdade absoluta, além de tornar-se um obstáculo no processo de apropriação do conhecimento (idem, p.112)

Em sua dissertação de mestrado, Fonseca (2008) analisa a ênfase curricular CTS em três livros didáticos de ciências, já que esta ênfase aparece inclusive nos Parâmetros Curriculares Nacionais. É possível verificar as seguintes conclusões em seu trabalho:

Mesmo que as tendências e orientações curriculares atuais apontem o cognitivismo, a aprendizagem significativa e a ênfase curricular CTS para o ensino de ciências, não encontramos uma abordagem CTS adequada nos livros didáticos de ciências (FONSECA, 2008, p. 157)

Mais a frente, Fonseca (2009, p.157) diz

Os resultados alcançados neste trabalho indicam que os conteúdos dos livros didáticos de ciências estão concentrados na Dimensão Ciência e abordam de modo insuficiente as Dimensões Tecnologia e Sociedade. Os textos em sua maioria são do Tipo Descrição em detrimento do Tipo Explicação. As Atividades Teóricas também prevalecem sobre as Atividades Práticas.

[...] Se os livros didáticos analisados representarem as características dos livros didáticos de ciências em geral, podemos inferir que esses livros não vêm cumprindo de modo adequado um papel significativo na formação do cidadão, tal como o preconizado nos PCN de Ciências que recomendam no ensino de ciências combinar leituras, observações, experimentações e registros para coleta, comparação entre explicações, organização, comunicação e discussão de fatos e informações.

Por fim, Fonseca (2009, p. 159) diz

Nos LD analisados, notamos que não ocorre um equilíbrio das três Dimensões Curriculares, expressas no CTS. Conteúdos sob a forma de textos descritivos e menos explicativos, atividades teóricas predominando em sua maioria sobre as atividades práticas, demonstram que LD de ciências ainda continuam, apesar de poucas mudanças observadas, deficitários na formação do cidadão.

O que podemos perceber dos dois trabalhos citados acima é que os resultados que obtivemos com a análise dos textos de Astronomia em Livros Didáticos de Ciências seguem a realidade do ensino de Ciências encontrada nos Livros Didáticos, quando se adota como referencial o Movimento CTS. Realmente, os Livros Didáticos de Ciências ainda têm muito que melhorar em relação a contemplar não somente o dueto Ciência-Sociedade, mas, também, Tecnologia-Sociedade, Ciência-Tecnologia e, principalmente, o trio Ciência-Tecnologia-Sociedade.

Acreditamos que, quando atingirmos um ensino de Ciências que envolva o Movimento CTS em seu currículo, serão maiores as possibilidades em se apresentar novos valores às pessoas, já que é através desses valores que poderemos vincular os “interesses coletivos, como os de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade” (SANTOS e MORTIMER, 2008, p.5)

Uma questão importante neste momento de finalização é como trabalhar o conteúdo de Astronomia utilizando os preceitos do Movimento CTS de forma que o aluno consiga ter uma visão crítica da Ciência e da Tecnologia percebendo ainda, que ambas são construções humanas.

A Astronomia é rica para selecionarmos temas que oferecem subsídios para trabalharmos questões CTS. Por exemplo, um assunto atual e que a todo o momento está na mídia, é a *exploração espacial*.

Para tanto, vamos utilizar os critérios de Rosenthal (1989) para dar um exemplo de como se trabalhar questões CTS-Astronomia. Começemos, primeiramente, lembrando os critérios estabelecidos por Rosenthal e adaptados aos nossos propósitos:

**Critério 3a (Filosófico):** – Inclusão, dentre outros, dos aspectos éticos do trabalho astronômico, o impacto das descobertas astronômicas sobre a Sociedade e a responsabilidade social dos astrônomos no exercício de suas atividades;

**Critério 3b (Sociológico):** – Discussões sobre as influências da Astronomia sobre a Sociedade e dessa última sobre o progresso astronômico; e as limitações e possibilidades de se usar a Astronomia e as tecnologias provenientes dela para resolver problemas sociais;

**Critério 3c (Histórico):** – Discussão sobre a influência da Astronomia na história da humanidade, bem como os efeitos de eventos históricos no crescimento desta Ciência;

**Critério 3d (Político):** – Interações entre a Astronomia e os sistemas públicos, de governo e legal; a tomada de decisão sobre a ciência astronômica; o uso político da Astronomia e suas tecnologias;

**Critério 3e (Econômico):** – Interações entre as condições econômicas e a Astronomia, contribuições dessas atividades para o desenvolvimento econômico e industrial, tecnológico e industrial, consumismo, emprego em Astronomia; e

**Critério 3f (Humanístico):** – Aspectos estéticos, criativos e culturais da atividade astronômica; os efeitos do desenvolvimento da Astronomia sobre a literatura e as artes; e a influência da humanidade na Astronomia.

Destacando o *critério filosófico*, o professor pode criar um debate com os alunos se há a necessidade de se gastar bilhões de dólares por ano com a exploração espacial; se as pessoas que estão envolvidas com estes projetos visam simplesmente o lucro ou têm consciência de ser algo importante para a Sociedade, dentre outras questões.

Tomando agora o *critério sociológico*, o professor poderia discutir o impacto que este tipo de atividade teve e ainda tem na Sociedade. Perguntas do tipo poderiam ser feitas: 'o que a exploração espacial trouxe de benefícios ou malefícios à Sociedade? Houve direta ou indiretamente uma pressão da Sociedade para que se buscassem novos horizontes para o comércio e lucro<sup>30</sup>?

Para o *critério histórico*, o professor poderia, por exemplo, solicitar aos alunos uma pesquisa que buscasse os motivos que levaram os Estados Unidos e União Soviética a desencadear o processo de conquista do espaço.

O *critério político* estaria ligado ao critério histórico, em que os alunos poderiam investigar as políticas públicas para o espaço dos países que detêm o domínio da tecnologia aeroespacial.

Já o *critério econômico* poderia ser trabalhado discutindo as tecnologias provenientes da exploração espacial que estão diretamente vinculadas à macro e micro economias. Ou seja, a conquista do espaço proporcionou milhares de empregos, criação de várias indústrias e trouxe vários equipamentos para a casa das pessoas. Por outro lado, trouxe junto degradação ambiental devido ao maior consumo de matéria prima da natureza e descarte de lixo.

Por último, o *critério humanístico* poderia ser explorado, por exemplo, através da literatura, com a busca dos vários livros que foram escritos desde a Renascença sobre se viajar para o espaço.

Enfim, estes são apenas alguns exemplos que um professor poderia trabalhar com seus alunos as questões que envolvem Astronomia com CTS.

Esperamos que este trabalho contribua para a melhora do ensino de Ciências em nosso país. Mais do que isto, que este trabalho consiga trazer novos dados para melhorarmos o ensino-aprendizagem de Astronomia. Esperamos, também, que nosso esforço sirva de estímulo para aqueles que trabalham com livros didáticos de ciências, com o intuito de olhem o Movimento CTS como uma alternativa de se construir textos que realmente estimulem os estudantes a compreender a Ciência e Tecnologia em seus papéis junto à Sociedade. Afinal, pouca importância os autores dão aos conteúdos CTS, o

---

<sup>30</sup> Fazendo um paralelo com o período das Grandes Navegações dos séculos XV e XVI.

que mostra, em nosso caso, uma Astronomia desconectada de contextos sociais e tecnológicos.

Finalizamos nosso trabalho nos apropriando das recomendações de Malaver et al. (2004) para a inclusão do enfoque CTS nos livros didáticos. Estes textos devem,

- a) Mostrar a ciência como uma atividade humana e coletiva, produto do esforço de muitas pessoas, evitando deste modo a imagem de uma ciência feita por cientistas geniais que trabalham solitários, homens em sua maioria;
- b) Realizar um tratamento mais detalhado das relações ciência-tecnologia-sociedade, mostrando deste modo as aplicações tecnológicas da ciência;
- c) Expor o papel que tem desempenhado a ciência no contexto histórico e as influências políticas e sociais no desenvolvimento científico;
- d) Apresentar atividades e perguntas relacionadas com relações ciência-tecnologia;
- e) Indicar referências do tipo biográfico de alguns cientistas, em que apareça o contexto histórico e social em que viveram, assim como também suas descobertas (MALAVER et al., 2004, p.452).

## 6. Referências Bibliográficas

ACEVEDO, G. R. Ciencia, tecnología y sociedad ante la educación. **Revista Iberoamericana de Educación**, n.18, p.107-143. 1998.

ACEVEDO, G. R. Ciencia, tecnología y sociedad: una mirada desde la educación en tecnología. **Revista Iberoamericana de Educación**. n.18, p.107-143. 1998.

ACEVEDO DÍAZ, J. A. Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.16, n.3, p.409-420, 1998.

AFONSO, G. **Mitos e estações no céu Tupi-Guarani**. *Scientific American Brasil*. ed. 45, fev. 2006. Disponível em: [http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/mitos\\_e\\_estacoes\\_no\\_ceu\\_tupi-guarani.html](http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/mitos_e_estacoes_no_ceu_tupi-guarani.html). Acesso em: 05 de nov. 2010

AGUIAR JR, O. G. **Professores, reformas curriculares e livros didáticos de ciências**: parâmetros para produção e avaliação do LD. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/atas/outros/junior.pdf>>. Acesso em: 24 de ago. de 2010.

AIKENHEAD, G. S. **STS science in Canada**: from policy to students evaluation. Canada. Disponível em: <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsincan.htm>. Acesso em: 08 de mar. de 2010.

ALMEIDA, W. A.; GHEDIN, E.; GONZAGA, A. M. **As implicações do processo formativo na profissionalização do professor de ciências**. Disponível em: <[http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Arquivos\\_senept/anais/terca\\_tema3/TerxaTema3Poster2.pdf](http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Arquivos_senept/anais/terca_tema3/TerxaTema3Poster2.pdf)>. Acesso em: 15 de jan. de 2011.

ALVES, R. **Filosofia da ciência**: introdução ao jogo e suas regras. 11. ed. São Paulo: Brasiliense, 1988.

AMARAL, I.; MEGID NETO, J. Qualidade do livro didático de ciências: o que define e quem define? **Ciência & Ensino**, Campinas, n.2, p.13-14. Jun. 1997.

AMARAL, I. A.. Os fundamentos do ensino de ciências e o livro didático. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Org.) **O livro didático de ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006. p.81-118.

AMARAL, I. et al. Avaliando livros didáticos de ciências. Análise de coleções didáticas de Ciências de 5ª a 8ª séries do Ensino Fundamental. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Org.) **O Livro Didático de Ciências no Brasil**. 1. ed. Campinas: Komedi, 2006, v.1, p.199-225.

AMARAL, C. L. C.; XAVIER, E. S.; MACIEL, M. L. Abordagem das relações ciência/tecnologia/sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de química do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto alegre, v.14, n.1, p.101-114. 2009.

ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: implicações sociais e educação. **Ciência & Educação**, Bauru, v.7, n.1, p.15-27, 2001.

AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo paradigma? **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v.5, n.1, p.69-83, mar. 2003.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**. Belo Horizonte, v.3, n.1, p.105-116, jun. 2001.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BARRABÍN, J. M. Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo sol-tierra. **Enseñanza de las Ciências**. Barcelona, v. 3, n. 2, p.227-236. 1995.

BAZZO, W. A.; von LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. V. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madri: OEI, 2003.

BISCH, S. M. **Astronomia no Ensino Fundamental: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores**. 1998. 310f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

BORGES, G. L. A. **Utilização do método científico em livros didáticos de ciências para o 1º grau**. 1982. 116f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Campinas, Campinas – São Paulo. 1982.

BOCZKO, R. **Conceitos de astronomia**. São Paulo, São Paulo. Edgard Blücher LTDA. 1984.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF. 1997. 126p.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998. 138p.

BRASIL. Ciências da Natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 135p. Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio; volume 2.

BRASIL. Programa Nacional do Livro Didático – MEC. Brasília: Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=668&id=12391&option=com\\_content&view=article](http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=668&id=12391&option=com_content&view=article)>. Acesso em: 11 de nov. de 2010.

BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias de astronomia nos cursos superiores do Brasil**. 1999. 187f. Dissertação (Mestrado em Educação Aplicada às Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, Campinas. 1999.

BRETONES, P. S. **A Astronomia na formação continuada de professores e o papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu**. 2006. 281f. Tese (Doutorado em Educação) – Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, Campinas. 2006.

BUENO, W. C. Jornalismo científico: conceito e funções. **Ciência & Cultura (SBPC)**, São Paulo: v.37, n.09, p.1240-1247. 1985.

BURSZTYN, M. Ciência, ética e sustentabilidade: desafios para o novo século. In: BURSZTYN, M. (Org.). **Ciência, ética e sustentabilidade: desafios para o novo século**. São Paulo: Cortez, 2001, Brasília, DF: UNESCO.

CANALLE, J. B. G. Explicando astronomia básica com uma bola de isopor. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.16, n.3, p.314-331, dez. 1999.

CANALLE, J. B. G. O problema do ensino da órbita da Terra. **Física na Escola**, São Paulo, v.4, n.2, p. 12-16, nov. 2003.

CANALLE, J. B. G., TREVISAN, R. H., LATTARI, C. J. B. Análise do conteúdo de astronomia de livros de geografia de 1º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis: v.14, n.3, p.254-263, dez. 1997.

CANALES, et al. Las ideas infantiles sobre el sistema solar. **Ethos Educativo**: Del. Coyoacán. v.35, p.41-61, jan-abr. 2006.

CANIATO, R. Astronomia e Educação. **Universo Digital**. v.54, p.80-99. 1995. Disponível em: <<http://www.liada.net/universo/articulos/Caniato/Astronomia%20e%20Educacao.pdf>>. Acesso em: 12 de jul. de 2010.

CANDOTTI, E. Ciência na educação popular. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. (Org.). **Ciência e o público**. Rio de Janeiro: UFRJ, p.15-23, 2002.

CASTELLS, M. A **Galaxia Internet/Reflexoes Sobre Internet, Negocios e Sociedade**. Lisboa: Fund. Calouste Gulbenkian. 2004.

CARDOSO, W. T. Apresentação. In: LONGUINI, M. D. (Org.) **Educação em Astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica**. Campinas, São Paulo: Átomo, 212p. 2010.

CARVALHO FILHO, J. E. C. Educação científica na perspectiva bachelardiana: ensino enquanto formação. **Ensaio**, Belo Horizonte, v.8, n.1, jul. 2006.

CARVALHO, M. G. Tecnologia e sociedade In: BASTOS, J. A. S. L. (Org.) **Tecnologia e Interação**. Coletânea "Educação e Tecnologia", PPGTE, CEFET-PR, p. 89-102, Disponível em: <<http://www.ppgte.cefetpr.br/selecao/2005/leituras/carvalho1998b.pdf>>. Acesso em 22 de abr. 2010.

CASSAB, M.; MARTINS, I. Significações de professores de ciências a respeito do livro didático. **Ensaio**, Belo Horizonte: v.10, n.1. jun. 2008.

CEREZO, J. A. L. Ciencia, Tecnología e Sociedad: el estado de la cuestión em Europa e Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, n.18, p.41-68, 1998.

COELHO, L. Tecnologia pode reforçar cenários de desigualdade. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 22 de nov. de 2010. A16.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.30, n.3, p.549-566, set-dez. 2004.

COSTA, A. A. A. Evolução da Astronomia em Portugal e no Mundo e os Descobrimientos Portugueses. **ICALP**, vol.18, p.39-51, 1989.

CUPANI, A. A tecnologia como problema filosófico: três enfoques. **Scientiae Studia**, São Paulo, v.2, n.4, p.493-518, 2004.

DALDEGAN, H. O confronto entre a ciência e a ética. **Jornal Valor Econômico**, São Paulo, 13 outubro 2004, p. B2.

DEMO, P. Sociedade Intensiva de Conhecimento. **Revista Brasileira de Docência, Ensino e Pesquisa em Turismo**. Cristalina, vol.1, n.1, p.05-16, maio. 2009. Disponível em: <http://www.facec.edu.br/seer/index.php/docenciaensinoepesquisaemturismo/article/viewFile/26/70>. Acesso em: 20/01/2011.

DINIZ, E.; TOMAZELLO, M. G. C. O Tema Biodiversidade em Livros Didáticos de Ciências do Ensino Fundamental. **Comunicações (UNIMEP)**. Piracicaba, v.13, 2006.

DUARTE, P. A. **A polêmica do 13o signo**. Site do Planetário da Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <http://www.cfh.ufsc.br/~planetar/textos/polemica.htm>. Acesso em: 25 de set. de 2010.

EINSTEIN, A. **Notas autobiográficas**. Tradução de Aulyde Soares Rodrigues. 5. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982. 88p.

FAVALLI, L. F.; PESSÔA, K. A.; ANGELO, E. A. **Projeto Radix: ciências**, 6º ano. São Paulo: Scipione. 2009.

FERNANDES, J. R. O. O livro didático e a pedagogia do cidadão: o papel do instituto histórico e geográfico brasileiro no ensino de história. **Saeculum – Revista de História**, João Pessoa, v.13, p.121-131, jul-dez. 2005.

FONSECA, M. S. **A ênfase curricular CTS – ciência, tecnologia e sociedade – nos livros didáticos de ciências no Brasil**. 2008. 170f. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET, Belo Horizonte. 2008.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.8, n.2, p.109-123, ago. 2003.

FRACALANZA, H. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de ciências no Brasil**. 1993. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Campinas. 1993.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**, Brasília, 2. ed.: Liber Livro Editora, 2007. 80.p – (série pesquisa, v.6)

FUSARI, J. C. **A formação continuada de professores no cotidiano da escola fundamental**. Centro de Referência em Educação Mário Covas. Disponível em <[http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias\\_12\\_p025-034\\_c.pdf](http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_12_p025-034_c.pdf)>. Acesso em: 20 de dez. de 2010.

GOWDAK, D.; MARTINS, E. **Ciências novo pensar: 6º ano: meio ambiente**. São Paulo: FTD. 2009.

HAWKING, S. Abandon Earth – Or Face Extinction. **Big Think**, 6 de ago. 2010.

HAMBURGER, E. W. Apontamentos sobre o ensino de Ciências nas séries escolares iniciais. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.21, n.60, p. 93-104. 2007.

HAZEN, R. M.; TREFIL, J. **Saber ciência: do big bang à engenharia genética: as bases para entender o mundo atual e o que verá depois**. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1995.

IACHEL, G.; SCALVI, R. M. F; NARDI, R. Formação continuada de professores para o ensino da Astronomia. In: **Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF: formação continuada de professores em serviço: educação de qualidade para uma sociedade de aprendizagem**, 18, 2009, Vitória - ES. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/>. Acesso em: 05 de abr. de 2011.

IAG: Instituto do milênio, 2011. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~imilenio/>. Acesso em: 13 de fev. de 2011.

JACINSKI, E.; SUSIN, R. M.; BAZZO, W. A.. Repensando a dicotomia entre tecnologia e sociedade na educação tecnológica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v.1, p.13-22. 2008.

KRSTOVIC, M. et al. Grade 9 Astronomy Study: Interestsof Boys and Girls Studying Astronomy at Fletcher’s Meadow Secondary School. **Astronomy Education Review**, v.7, n.18, oct. 2008.

LACERDA, G. Alfabetização científica e formação profissional. **Educação & Sociedade**, ano XVIII, n. 60, dez. 1997.

LACEY, H. O lugar da ciência no mundo dos valores e da experiência humana. **Scientilae Studia**. São Paulo, v.7, n.4, p.681-701, 2009.

LANGHI, R. Ideias de senso comum em Astronomia. **Observatórios Virtuais**. Disponível em: <http://telescopiosnaescola.pro.br/langhi.pdf>. Acesso em: 22 de jun. de 2009.

LANGHI, R., NARDI, R. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.24, n.1. p.87-111. abr. 2007.

LANGHI, R., NARDI, R. À procura de um programa de educação continuada em Astronomia adequado para professores dos anos iniciais do ensino fundamental. In: Encontro de Pesquisas em Ensino de Física, 11, 2008, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba – PR. **Anais**. Curitiba – PR, 2008. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/>. Acesso em: 05 de abr. de 2011.

LEÃO, F. B. F.; MEGID NETO, J. Avaliações oficiais sobre o livro didático de ciências. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO (Org.) **O livro didático de ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006. p.33-80.

LEITE, C., HOSOUME, Y. Astronomia nos livros didáticos de ciências – um panorama atual. In: SIMPÓSIO DE ENSINO DE FÍSICA, 16. 2005, Rio de Janeiro, RJ. **Anais**. São Paulo, SP: SBF, 2005. p.01-04. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0225-1.pdf>. Acesso em: 09 de fev. de 2010.

LEITE, C.; HOSOUME, Y. O professor de ciências e suas formas de pensar a astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos: n.4, p.47-68, 2007.

LEITE, C.; HOSOUME, Y. Programa nacional do livro didático e a astronomia na educação fundamental. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, número extra, CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EM DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 8. **Anais**. p.2165-2170. 2009. Disponível em: <<http://enciencias.uab.es/congreso2009/cast/index.html>>. Acesso em: 25 de mar. de 2010.

von LINSINGEN, I. O enfoque CTS e a Educação Tecnológica: origens, razões e convergências curriculares. In: CONGRESO CHILEO DE INGENIERÍA MECÁNICA – COCIM. 11. 2004, Antofagasta. **Anais** do COCIM, v.1. p.1-11. 2004.

von LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, Campinas, v.1, número especial, nov. 2007.

LONGHINI, M. D. O conhecimento do conteúdo científico e a formação do professor das séries iniciais do ensino fundamental. **Investigação em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v.13, n.2, p.241-253. 2008.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. A alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio**. Belo Horizonte, v.3, n.1, jun. 2001.

MACEDO, E. F. Os temas transversais nos parâmetros curriculares nacionais. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.8, nov. 1998.

MCKINNON, D.; GEISSINGER, H. Interactive astronomy in elementary schools. **Educational Technology & Society**, v.5, n.1, 2002.

MAIA, M. A. G; COSTA, L. N.; PELEGRINI, P. S. Astronomia do novo. **Scientific American Brasil**, p.78-85, nov. 2008.

MALAVAR, M; RAFAEL, P.; D'ALESSANDRO MARTÍNEZ, A. Los estilos de prosa y el enfoque ciência-tecnología-sociedad em textos universitarios de química general. **Enseñanza de Las Ciencias**, Barcelona, v.22, n.3, p. 441-454. 2004.

MARSHALL, H. A. **Countering astronomy misconception in high school students**. Dallas, p.14, apr. 2003. Disponível em: <[http://www.utdallas.edu/scimathed/resources/SER/SCE5308\\_03/misconceptionSHM.pdf](http://www.utdallas.edu/scimathed/resources/SER/SCE5308_03/misconceptionSHM.pdf)>. Acesso em: 17 de jan. de 2010.

MARTINS, I. Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. **Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.1, n.1, p.28-39. 2002.

MARTINS, E. F; GUIMARÃES, G. M. A. As concepções de natureza nos livros didáticos de ciências. **Ensaio: Pesquisas em Educação Científica**, Belo Horizonte, v.4, n.2, dez. 2002.

MARTINS, G. S.; TOMAZELLO, M. G. C. O Programa Nacional do Livro Didático: o que pensam os professores sobre o PNLD. In: Congresso Brasileiro de Educação "Formação docente e universalização do ensino: proposições para o desenvolvimento humano".2. Bauru/SP, 2009. **Anais...** Faculdade de Ciências – Departamento de Educação/UNESP, 2009. Disponível em: <[http://www2.fc.unesp.br/cbe/ii\\_cbe/](http://www2.fc.unesp.br/cbe/ii_cbe/)>. Acesso em: 03 de fev. de 2011.

MASSARANI, L. **A divulgação científica no Rio de Janeiro: algumas reflexões sobre a década de 20**. 1998. 177f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Escola da Comunicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1998.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O Livro didático de ciências: problemas e soluções. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Org.). **O livro didático de ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, p.153-170. 2006.

MEGID NETO, J.; JACOBUCCI, D. F. C.; JACOBUCCI, G. B. Para onde vão os modelos de formação continuada de professores no campo da educação em ciências? **Horizontes**, v.25, n.1, p.73-85, jan-jun. 2007.

MENDONÇA FILHO, J.; TOMAZELLO, M. G. C. As imagens de ecossistemas em livros didáticos de ciências do ensino fundamental e suas implicações para a educação ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. Carreiros, n. 9, 2002. Disponível em: <http://www.fisica.furg.br/mea/remea/vol9/a06art13.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2010.

MILLER, J. D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review. **Daedalus** n.112, p.29-48. 1983.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 10. ed. São Paulo: Hucitec, 2007.

MIOTO, R. Universitários acreditam que ET fez pirâmides, analfabetismo científico nos EUA preocupa. **Folha.com**, São Paulo, 21 de set. de 2010, Caderno Ciência.

MITCHAN, C. La importancia de la filosofía para la ingeniería. In. CEREZO, LUJÁN e PALÁCIOS (Org.), **Filosofía de la Tecnología**, Madri: OEI, 2001.

MOHR, A. **A saúde na escola: análise de livros didáticos de 1ª a 4ª séries**. 1994. 99f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Estudos Avançados em Educação. FGV, Rio de Janeiro. 1994.

MOLINA, F. T. Falsa neutralidade. **Agência de Notícias da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo**. São Paulo, 16 de jan. de 2009. Entrevista concedida a Fábio de Castro.

MORAES, A. **A astronomia no Brasil**. Ed. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1984.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. Tradução de Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. 350p.

MORTIMER, E. F. A evolução dos livros didáticos de Química destinados ao ensino secundário. **Em Aberto**, Brasília, v.7, n.40, p.24-41, out. 1998.

MOURÃO, R. R. F. A astronomia no Brasil. In: Ferri, M. G.; Motoyama, S. (Org.) **História das ciências no Brasil**, São Paulo, Ed. Universidade de São Paulo. p.409-441. 1980.

NASCIMENTO, V. B.; CARVALHO, A. M. P. A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências. In: ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 6. **Anais...** 2007, Florianópolis. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em ciências. Florianópolis: ABRAPEC, p.1-10. 2007. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/viempec/index.html>>. Acesso em: 24 de nov. de 2010.

NUÑES, I. B. et al. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor: o caso do ensino de ciências. **Revista Iberoamericana de Educación (online)**, p.1-15. 2003.

OLIVEIRA, D. C. Análise de conteúdo temático-categorial: uma proposta de sistematização. **Rev. Enferm. UERJ**, Rio de Janeiro, v.16, n.4, out-dez. p.569-576. 2008.

OLIVEIRA, L. **Programa nacional do livro didático (PNLD): aspectos históricos e políticos**. Associação de Leitura do Brasil. Disponível em: [http://www.alb.com.br/anais17/txtcompletos/sem18/COLE\\_2079.pdf](http://www.alb.com.br/anais17/txtcompletos/sem18/COLE_2079.pdf). Acesso em: 17 de ago. de 2010

ORLANDI, E. P. **A linguagem e seu funcionamento**: as formas do discurso. 4. ed. Campinas: Pontes, 2003.

PEDERSEN, J. Technological determinism and the school. **Journal of Education Enquiry**, v.2, n.1, 2001.

PEDROCHI, F.; NEVES, M. C. D. Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n.2. 2005.

PIMENTEL, J. R. Livros didáticos de ciências: a física e alguns problemas. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.15, n.3, p. 308-318, dez. 1998.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. **Revista Iberoamericana de Educación**, n.4, p.1-25, mar. 2009.

PINTO, S. P; FONSECA, O. M.; VIANNA, D. M. Formação continuada de professores: estratégia para o ensino de astronomia nas séries iniciais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n.1, p. 71-86, abr. 2007.

POINCARÉ, H. **O valor da ciência**. Tradução Maria Helena Franco Martins. Rio de Janeiro: Contraponto. 1995. 180p.

POZO, J. I. La psicología cognitiva y la educación científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.1, n.2, ago. 1996, p.110-131. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N2/Pozo.HTM>. Acesso em: 15 de dez. de 2010.

PRAIA, J., CACHAPUZ, A. Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético. **Revista CTS**, v.2, n.6, dez. 2005.

PRETO, N. L. **A ciência nos livros didáticos**. 2. ed. Campinas: Ed. Unicamp; Salvador: Ed. Universidade Federal da Bahia, 1995. 95p.

PUZZO, D.; TREVISAN, R. H.; LATARI, C. J. B. Astronomia: a investigação da ação pedagógica do professor. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA. 9. **Atas...** out. 2004, Jaboticatubas-MG. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/>>. Acesso em: 11 de out. de 2009.

RICARDO, E. C. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. **Ciência & Ensino**, Campinas, v.1, número especial, nov. 2007.

ROCHA, D.; DEUSDARÁ, B. Análise de conteúdo e análise do discurso: aproximações e afastamentos na (re)construção de uma trajetória. **ALEA**, v.7, n.2, jul-dez, 2005. p. 305-322.

RODRIGUES, M. A. Os planetas do sistema solar em livros didáticos de ciências da quinta série do ensino fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.2, n.2, p.1-10, ago. 2007.

RODRIGUES, C. T. Considerações sobre a idéia de natureza do conhecimento científico na tradição filosófica ocidental. **Cognitio-Estudos: Revista Eletrônica de Filosofia**, São Paulo, v.3, n.2, p.154-168, jul-dez. 2006.

ROMANATTO, M. C. O livro didático: alcance e limites. In: ENCONTRO PAULISTA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. 7. 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2004. Disponível em: [www.sbempaulista.org.br/epem/anais/mesas\\_redondas/mr19-Mauro.doc](http://www.sbempaulista.org.br/epem/anais/mesas_redondas/mr19-Mauro.doc). Acesso em 22 de ago. de 2010.

ROMERO, P. A; DÍAZ, J. A. A. **Proyectos y materiales curriculares para la educación CTS**: enfoques, estructuras, contenidos y ejemplos. Disponível em: <http://www.oei.es/salactsi/acevedo19.htm>. Acesso em: 11 de jul. de 2010.

ROSEMBERG, D. S. **O processo de formação continuada de professores universitários: do instituído ao instituinte**. Disponível em: <http://www.anped.org.br/reunioes/23/textos/0834t.PDF>. Acesso em: 22 de out. de 2010.

ROSENTHAL, D. B. Two approaches to science-technology-society (s-t-s) education. **Science Education**, v.75, n.3. 1989.

SANTOS, W. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Campinas, v.1, número especial, 2007.

SANTOS, W. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio**, Belo Horizonte, v.2, n.2, dez. 2002.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo.

**Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.13, n.3, p.333-352. 2008.

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

SEBASTIÀ, B. M. La enseñanza/aprendizaje del modelo Sol-Tierra: análisis de la situación actual y propuesta de mejora para la formación de los futuros profesores de primaria. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n.1, p.7-32, 2004.

SELLES, S. E., FERREIRA, M. S. Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v.10, n.1, p.101-110, 2004.

SIGANSKI, B. P.; FRISON, M. D.; BOFF, E. T. O. O Livro didático e o ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ). 14. 2008. **Anais...** Curitiba-PR. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/index.htm>>. Acesso em: 23 de set. de 2010.

SILVA, G. J. **A epistemologia em uso**: imagens de ciência em livros didáticos de química. 2007. 147f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

SOBREIRA, P. H. A. **A astronomia no Ensino de Geografia**: análise crítica nos livros didáticos de Geografia. 2002. 275f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. SEE, 2002.

SPONTON, F. G. **O professor de ciências, o ensino de meteorologia e o livro didático**. 2000. 159f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru. 2000.

STEINER, J. E. Astronomia no Brasil. **Ciência & Cultura (SBPC)**, São Paulo, v.61, n.4, p. 45-48. 2009.

STRIEDER, R. B. **Abordagem cts e ensino médio**: espaços de articulação. 2008. 236f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.

UNIVERSIDADE do Haváí aprova construção de supertelescópio. **Estadao.com.br/Ciência**, São Paulo, 29 de jun. de 2010. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/vidae,universidade-do-havai-aprova-construcao-de-supertelescopio,573704,0.htm>>. Acesso em: 03 de jul. de 2010.

VALDÉS, P. et al. Implicaciones de las relaciones ciencia-tecnología en la educación científica. **Revista Iberoamericana de Educación**, n.28, 2002, pp. 101-128.

VARGAS, M. Técnica, tecnologia e ciência. **Revista Educação & Tecnologia**, v.6, p.178-183, maio. 2003.

VÁZQUEZ ALONSO, A.; MANASSERO MAS, M. A. Características Del conocimiento científico: creencias de los estudiantes. **Enseñanza de las Ciencias**, v.17, n.3, p. 377-395. 1999.

WUENSCHÉ, Carlos Alexandre. O movimento dos astros influencia nosso dia-a-dia? **Ciência Hoje**, v. 43, jan-fev. 2009.