



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

**O ENSINO DE ASTRONOMIA NAS SÉRIES FINAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL: UMA PROPOSTA DE MATERIAL DIDÁTICO DE
APOIO AO PROFESSOR**

Patrícia Amaral

Brasília – DF

**Dezembro
2008**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação
Instituto de Ciências Biológicas
Instituto de Física
Instituto de Química
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

**O ENSINO DE ASTRONOMIA NAS SÉRIES FINAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL: UMA PROPOSTA DE MATERIAL DIDÁTICO DE
APOIO AO PROFESSOR**

Patrícia Amaral

Dissertação realizada sob orientação do Prof. Dr. Cássio Costa Laranjeiras e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração Ensino de Física, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília, DF

**Dezembro
2008**

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

FICHA CATALOGRÁFICA

Amaral, Patrícia

O Ensino de Astronomia nas séries finais do ensino fundamental: uma proposta de material didático de apoio ao professor/ Patrícia Amaral – Brasília, 2008.

101f.

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, Instituto de Física, Instituto de Química do Programa de Pós-Graduação de Ensino de Ciências da Universidade de Brasília/UnB. Área de concentração: Ensino de Física.

1. Astronomia. 2. Ensino de Astronomia. 3. Ensino de Física 4. Ensino Fundamental. I. Título.

Patrícia Amaral

O ENSINO DE ASTRONOMIA NAS SÉRIES FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA PROPOSTA DE MATERIAL DIDÁTICO DE APOIO AO PROFESSOR

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração Ensino de Física, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em 5 de dezembro de 2008

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Cássio Costa Laranjeiras
(Presidente)

Prof. Dr. José Leonardo Ferreira
(Membro interno – PPGEC/UnB)

Prof. Dr. João Batista Garcia Canalle
(Membro externo – UERJ)

Prof. Dr. Wildson Luiz Pereira dos Santos
(Suplente – UnB)

À minha filha Gabriela, o meu universo infinito.

Aos meus pais, Roosevelt e Vilma (*in memoriam*), por transformar, depois de meu nascimento, meu mundo em um universo em expansão.

À minha querida vó Maria Franze (*in memoriam*), que este ano tornou-se mais uma Maria no céu. A estrela mais linda e brilhante de todas.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Professor Doutor Cássio Costa Laranjeiras, que em nossos encontros tornou possível a realização de um sonho.

A todos os professores e colegas do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, da Universidade de Brasília que com sua disposição para o debate, críticas e sugestões tornaram este trabalho melhor.

Aos meus colegas professores que, apesar da dura rotina, dos problemas indiretos associados à nossa atividade nos dias de hoje e dos constantes revezes na condução da política pública de educação que causam constantes baixas em nossos quadros, ainda se dispõem ao diálogo, ao debate e à busca de melhores meios e técnicas no exercício de nossa profissão.

Aos nossos alunos que, direta ou indiretamente, colaboraram com este trabalho.

A José Osmar Fernandes Cavalcante, o Júnior, que nos auxiliou durante todo o caminho dentro do programa.

À Célia Ruas, coordenadora de escola e orientadora de vida, pelo amor, carinho, paciência e compreensão nesses últimos dez anos.

A Murilo Bueno, sábio e paciente em todos os momentos de insegurança e medo.

A Carlos Eduardo Quintanilha, grande amigo que contribuiu de forma espetacular na realização da pesquisa que apoiou nosso projeto.

A todos, muito obrigada!

***Todos temos algo a aprender e ensinar.
Não guardes para ti os teus
conhecimentos,
as tuas habilidades, tantas informações
a aduarem tua auto-estima.
Socializa-os, divulga-os,
partilha com o próximo o teu saber.
Escolhe a escola.***

Frei Beto

RESUMO

Em geral, a formação inicial dos professores que lecionam a disciplina Ciências no ensino fundamental é insuficiente. Como consequência, o livro didático tornou-se o recurso principal em sala de aula, tanto para os professores quanto para os alunos. Além de determinar o currículo, estipula sua ordem, muitas vezes fragmenta os conteúdos e, no caso da Astronomia, apresenta erros conceituais e imprecisões. O objetivo deste trabalho é fornecer um material de apoio aos professores de Ciências das séries finais do ensino fundamental no conteúdo de Astronomia. Este material de apoio foi concebido integrando-se as três dimensões necessárias para um material didático: dimensão cognitiva, numa perspectiva de interação social de Lev Vygotsky; dimensão epistemológica histórico-crítica segundo Gaston Bachelard; e dimensão pedagógica, numa concepção dialógico-problematizadora de Paulo Freire. O material busca contemplar uma ampla gama de tópicos capazes de proporcionar um eficiente conhecimento neste campo aos professores da educação básica.

Palavras-chave: Astronomia; Ensino de Astronomia; Ensino de Física; Ensino Fundamental.

ABSTRACT

In general, the initial training of teachers who teach the Sciences discipline in elementary schools is insufficient. As a result, the textbook has become the main resource in the classroom for both teachers and for students. In addition of determining the curriculum, these books provides its order, the contents often fragmented and, in the case of Astronomy, presents conceptual errors and inaccuracies. The goal is to provide a support material to teachers of Sciences of the final series of basic education in the contents of Astronomy. This material is designed to support by integrating three dimensions needed for a teaching material: cognitivist dimension, in terms of social interaction of Leon Vygotsky; epistemological dimension historical-critical second Gaston Bachelard, and pedagogical dimension, a concept of dialogue-problematizing of Paulo Freire. The material searches to cover a wide range of topics capable of providing an efficient knowledge in this field of basic education teachers.

Key words: Astronomy; Astronomy teaching; Physics teaching; Elementary school

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1. Órbita da Terra em volta do Sol (coleção 23COL04)..... | 41 |
| Figura 2. Órbita da Terra em volta do Sol (coleção 25COL04)..... | 42 |
| Figura 3. Órbita da Terra em volta do Sol (coleção 35COL04)..... | 42 |
| Figura 4. Órbita da Terra em volta do Sol (coleção 119COL04)..... | 42 |
| Figura 5. Orientação pelo Cruzeiro do Sul (coleção 23COL04)..... | 43 |
| Figura 6. Orientação pelo Cruzeiro do Sul (coleção 86COL04)..... | 43 |
| Figura 7. Orientação pelo Cruzeiro do Sul (coleção 98COL04)..... | 44 |
| Figura 8. Orientação pelo Cruzeiro do Sul (coleção 119COL04)..... | 44 |
| Figura 9. Planetas do Sistema Solar alinhados (coleção 23COL04)..... | 45 |
| Figura 10. Planetas do Sistema Solar alinhados (coleção 25COL04)..... | 45 |
| Figura 11. Planetas do Sistema Solar alinhados (coleção 25COL04)..... | 46 |
| Figura 12. Planetas do Sistema Solar alinhados (coleção 42COL04)..... | 46 |
| Figura 13. Planetas do Sistema Solar alinhados (coleção 55COL04)..... | 46 |
| Figura 14. Planetas do Sistema Solar alinhados (coleção 68COL04)..... | 46 |
| Figura 15. Setas que representam a força gravitacional (coleção 86COL04) | 47 |
| Figura 16. Curva da eclíptica fora de posição na carta celeste (coleção 119COL04) | 47 |
| Figura 17. Curva da eclíptica fora de posição na carta celeste (coleção 119COL04) | 48 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1. Formação inicial em licenciatura dos autores de livros aprovados no PNLD 2008..... | 35 |
| Gráfico 2. Formação complementar dos autores de livros aprovados no PNLD 2008..... | 35 |
| Gráfico 3. Freqüência dos conteúdos de Astronomia..... | 36 |
| Gráfico 4. Freqüência dos conteúdos de Astronomia..... | 36 |
| Gráfico 5. Média do número de páginas dos livros didáticos destinadas aos conteúdos de Astronomia por série..... | 37 |
| Gráfico 6. Quantidade de atividades experimentais presentes nos livros didáticos com elementos de Astronomia | 49 |
| Gráfico 7. Quantidade de atividades experimentais presentes nos livros didáticos com elementos de Astronomia | 49 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Síntese dos seis aspectos usados nas avaliações dos livros didáticos inscritos no PNLD 2008 | 28 |
| Tabela 2 – Livros aprovados no PNLD 2008..... | 33 |
| Tabela 3 – Conteúdos/conhecimentos de Astronomia no 3º ciclo presentes no livro didático..... | 39 |
| Tabela 4 – Conteúdos/conhecimentos de Astronomia no 4º ciclo presentes no livro didático..... | 40 |
| Tabela 5 – Erros conceituais historicamente encontrados nos livros didáticos e presentes nas obras avaliadas..... | 53 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|--|
| AEB | Agência Espacial Brasileira |
| CEFET | Centro Federal de Educação Tecnológica |
| CTS | Ciência-Tecnologia-Sociedade |
| FUP | Faculdade UnB Planaltina |
| GPS | Global Posicion Sistem |
| ISS | Internacional Space Station |
| MEC | Ministério da Educação |
| NDE | Nível de Desenvolvimento Efetivo |
| OBA | Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica |
| PCN | Parâmetros Curriculares Nacionais |
| PNLD | Programa Nacional do Livro Didático |
| SEB | Secretaria de Educação Básica |
| UA | Unidade Astronômica |
| UAI | União Astronômica Internacional |
| UECE | Universidade Estadual do Ceará |
| UEPA | Universidade do Estado do Pará |
| UFBA | Universidade Federal da Bahia |
| UFC | Universidade Federal do Ceará |
| UFG | Universidade Federal de Goiás |
| UFRGS | Universidade Federal do Rio Grande do Sul |
| UFSC | Universidade Federal de Santa Catarina |
| UnB | Universidade de Brasília |
| UNESCO | Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura |
| USP | Universidade de São Paulo |
| ZDP | Zona de Desenvolvimento Proximal |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| Introdução..... | 14 |
| Capítulo 1. A Astronomia no Ensino Fundamental: Qual o seu papel?..... | 22 |
| Capítulo 2. A Astronomia nos livros didáticos..... | 26 |
| 2.1 O livro didático e seu papel no contexto escolar | 26 |
| 2.2 A Astronomia nos livros didáticos de Ciências | 32 |
| Capítulo 3. Construindo as bases de uma Nova Abordagem..... | 61 |
| 3.1 A Dimensão Pedagógica | 61 |
| 3.2 A Dimensão Epistemológica | 66 |
| 3.3 A Dimensão Cognitiva..... | 70 |
| 3.4 UTOPIA: um material de apoio ao professor | 74 |
| Considerações finais..... | 76 |
| REFERÊNCIAS..... | 78 |
| APÊNDICE A – Material de apoio ao professor..... | 90 |
| ANEXO A – Parâmetros Curriculares Nacionais – Conteúdos de Ciências do 3º Ciclo – Eixo “Terra e Universo” | 91 |
| ANEXO B – Parâmetros Curriculares Nacionais – Conteúdos de Ciências do 4º Ciclo – Eixo “Terra e Universo” | 96 |

Introdução

A Astronomia é considerada por muitos cientistas e filósofos o primeiro conhecimento humano organizado de forma sistemática. Os primeiros passos do homem Pré-histórico neste planeta foram dados sempre com os olhos contemplando e buscando desvendar o céu.

Milhares de anos depois, atualmente, nossos alunos não conseguem mais perceber a magia de olhar para o céu, entre outros motivos, devido à poluição luminosa das grandes cidades. E aqueles que podem contemplar as estrelas e outros corpos celestes ainda têm dificuldade em explicar o que estão vendo. Até mesmo os professores de Ciências, que a princípio detêm o conhecimento de elementos de Astronomia, na maioria dos casos, não compreendem o que ocorre acima de suas cabeças. E, como consequência, o ramo da ciência mais antigo e que ainda fornece grandes descobertas permanece distante das salas de aula. Uma ciência que desperta curiosidade, interesse e que pode gerar aos alunos e aos professores a oportunidade de trabalhos de campo. E como sugere Marcelo Gleiser (2000), “não existe nada mais fascinante no aprendizado da ciência do que vê-la em ação. Mais importante ainda é levar os alunos para fora da sala de aula, fazê-los observar o mundo através dos olhos de um cientista aprendiz” (GLEISER, 2000, p. 4).

Mas ensinar Astronomia não é simples. O indivíduo que se propõe a transmitir saberes astronômicos descobre-se numa tarefa astronômica, com o perdão do trocadilho. É um tema com abordagem multidisciplinar: história, geografia, filosofia, mitologia, física, química, matemática, biologia, geologia, meteorologia, cosmologia, entre outras. Exatamente por essa razão, o ensino de Astronomia é prejudicado, já que para realizá-lo é necessário dominar variadas áreas.

E provavelmente, por entender que a tarefa não é fácil, haja, por parte dos cursos de formação de professores, um desinteresse em investir em tais saberes. Analisamos dois cursos que apresentam em seus currículos conteúdos de Astronomia para formação de professores: Geografia e Ciências Naturais.

Os cursos de licenciaturas e bacharelados em Geografia da Universidade de São Paulo (USP) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) incluem introdução à Astronomia como disciplina optativa. Outras universidades oferecem disciplinas obrigatórias de Astronomia no curso de Geografia. É o caso da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com **Fundamentos de Astronomia e Geodésia**, da Universidade Federal de Goiás (UFG), com **Fundamentos de Astronomia** e a Universidade Estadual do Ceará (UECE), com **Geografia Astronômica e Cosmografia** (SOBREIRA, 2002).

Já os cursos de licenciatura em Ciências Naturais, quando oferecem a disciplina, na maioria das vezes possuem poucos créditos, não exigem requisitos e duram apenas um semestre.

No Brasil, atualmente, doze instituições públicas federais de ensino superior e algumas instituições públicas estaduais oferecem o curso de licenciatura em Ciências Naturais¹ que capacitam profissionais para atuarem nas escolas como professores de Ciências das séries finais do ensino fundamental. Entre elas, analisamos a ementa dos cursos presenciais das cinco universidades federais e uma universidade estadual que oferecem a licenciatura em Ciências Naturais e buscamos identificar a presença de disciplinas que tratam de conteúdos de Astronomia². O resultado é preocupante.

No curso de Licenciatura de Ciências Exatas da USP, campus São Carlos, a disciplina **Astronomia** (SLC0516) possui dois créditos para aulas e um crédito para trabalhos, totalizando 60 horas, sendo uma disciplina que não exige pré-requisitos. Ainda assim, no segundo semestre de 2008, sobraram vagas (6). No campus de São Paulo, a USP oferece no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental (diurno e noturno) três disciplinas relacionadas à Astronomia: **Astronomia do Sistema Solar**, com carga horária total de 30 horas e tendo a disciplina Mecânica Clássica como pré-requisito; **Sistema Terra 1**, com carga horária total de 90 horas e tendo a disciplina Astronomia do Sistema Solar como pré-requisito; e **Sistema Terra 2**, com carga horária total de 90 horas e tendo as

¹ Algumas universidades denominam o curso de Licenciatura em Ciências Naturais como Ciências Exatas, Ciências da Natureza ou Ciências Naturais e Matemática.

² A pesquisa acerca das ementas dos cursos foi realizada no segundo semestre de 2008.

disciplinas Sistema Terra 1, Linguagem Química e Reações Químicas e História Natural como pré-requisitos.

A Universidade de Brasília (UnB) possui, no campus de Planaltina (FUP) o curso de licenciatura em Ciências Naturais e oferece aos alunos a disciplina **Universo** (FUP-196410) que tem quatro créditos e também não exige pré-requisitos.

No Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos (CEFET-Campos), o curso de licenciatura em Ciências da Natureza propõe no 7º semestre duas disciplinas que incluem conteúdos de Astronomia: **História da Física**, com 40 horas, que apresenta um estudo teórico do desenvolvimento histórico e epistemológico dos principais corpos conceituais em Física construídos desde o século XVII até o século XX, priorizando as teorias que abarcam as principais leis de conservação e as que caracterizaram rupturas paradigmáticas. Entre elas estão o paradigma aristotélico, a cosmologia de Ptolomeu, as inovações e limitações de Copérnico, a Revolução Galileana, o problema da inércia, a elipse e o universo de Kepler e a síntese newtoniana; e **Estrutura da Matéria II**, com 120 horas, que entre outros conteúdos, apresenta uma visão científica moderna dos processos físicos que ocorrem na natureza e busca familiarizar o estudante com as idéias atuais para que ao final do período o aluno seja capaz de identificar as limitações da física clássica e resolver problemas de relatividade restrita.

A Universidade do Estado do Pará (UEPA) oferece no curso de licenciatura em Ciências Naturais a disciplina **Eixo Universo e Vida – Temas de Física: origem do Universo e do Sistema Solar** (DCNA0905) com cinco créditos, totalizando 100 horas.

Já o curso de licenciatura em Ciências Naturais da Universidade Federal da Bahia (UFBA) não oferece em seu currículo nenhuma disciplina que trate dos conteúdos ligados à Astronomia em sua grade, nem obrigatória nem optativa.

O curso 102 da Universidade Federal do Ceará (UFC) chama-se Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática e apesar de oferecer quatro disciplinas ligadas à Física (Física Fundamental I, II, III e IV) no seu currículo, não traz nenhuma disciplina específica sobre Astronomia.

Apresentamos sete currículos de cursos de licenciaturas em Ciências Naturais de universidade públicas de ensino superior (federais e estaduais) para entender como é precária a estrutura do ensino de Astronomia para os futuros professores de Ciências nas séries finais do ensino fundamental. E se olharmos para as licenciaturas de Biologia e Química e até mesmo de Física, que não possuem nenhuma disciplina obrigatória para Astronomia, mas que fornecem às escolas a maioria dos professores de Ciências para as séries finais do ensino fundamental, o quadro torna-se ainda mais preocupante.

E não basta ensinar o conteúdo específico para os futuros professores. A formação inicial deveria incluir “sugestões e orientações didáticas organizadas e definidas em função das diferentes realidades e necessidades dos docentes” (NARDI; LANGHI, 2005, p. 80).

Com a ausência de preparação e conhecimento dos professores de Ciências sobre conteúdos de Astronomia, não podemos estranhar que os profissionais tenham insegurança ao tratar desse conhecimento em suas aulas, já que, por vezes, eles não conseguem enxergar a Astronomia tanto quanto seus próprios alunos.

A conseqüência deste cenário instala-se em sala de aula. Como os professores possuem uma formação inicial deficiente no conteúdo de Astronomia, concentram-se em investigar vários livros didáticos para construir o conhecimento que desconhecem ou conhecem pouco.

E o que os professores encontram nos livros didáticos? Segundo Leite e Hosoume (2007), “conteúdos fragmentados, pouco profundos, quando não errôneos, e, ainda, insuficientes para a explicação das muitas questões veiculadas pelos meios de comunicação” (LEITE; HOSOUME, 2007, p. 48). Muitos dos livros didáticos usados pelos professores contêm erros e/ou inadequações que acabam passando despercebidos por falta de conhecimento específico na área.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) foram elaborados em 1998 com o objetivo de estabelecer em todas as regiões brasileiras as referências nacionais comuns ao processo educativo. Com eles, diretores e professores puderam desenvolver os projetos educativos das escolas, refletir sobre a prática pedagógica, planejar as aulas e selecionar os materiais didáticos, principalmente o livro didático.

Os conteúdos apresentados nos PCN de Ciências Naturais foram divididos em quatro eixos temáticos (Vida e Ambiente, O Ser Humano e Saúde, Tecnologia e Sociedade e Terra e Universo), sendo que o de Astronomia concentra-se no último eixo. O documento preocupa-se em selecionar os conhecimentos teóricos do ensino e da aprendizagem de Ciências Naturais com elementos instrumentais mais práticos. Para isso, além de conceitos, os PCN apresentam procedimentos e atividades que compõem o ensino de Astronomia no ensino fundamental.

De acordo com os PCN, o objetivo básico das Ciências Naturais é explorar e compreender os fenômenos da natureza. Dentre eles, os assuntos ligados aos movimentos celestes. Na educação básica, os PCN introduzem o ensino de Astronomia a partir do 3º e 4º ciclos³ do ensino fundamental, por motivos circunstanciais, ainda que se entenda que esse eixo poderia estar presente nos dois primeiros (BRASIL, 1998, p. 36).

Complementando os PCN, foi instituído o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), processo de avaliação pedagógica criado pelo governo federal que procura assegurar a qualidade das obras distribuídas às escolas públicas do ensino fundamental. Os resultados desta análise são publicados no Guia do Livro Didático, que procura guiar, orientar, nortear a escolha dos livros adotados pelos professores (BRASIL, 2007). Desde o início, o Guia emite pareceres nas seguintes disciplinas: Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, História e Geografia. E todo o processo é coordenado pela Secretaria de Educação Básica (SEB), vinculada ao Ministério da Educação (MEC).

As escolas públicas do Brasil podem escolher uma coleção, para cada disciplina, que melhor se adapta à sua região e que será adotada durante três anos.

Em um estudo realizado em 2008 por Amaral e Quintanilha nas coleções aprovadas no PNLD 2008 de Ciências, analisando os conteúdos de Astronomia nos livros didáticos, de 5ª a 8ª séries do ensino fundamental, baseando-se nos PCN de Ciências Naturais, pudemos entender como está o cenário atual. Vários livros com erros gráficos e de conteúdo relacionados à Astronomia representam o que há de melhor na indústria editorial brasileira e estão sendo distribuídos com o aval e o

³ O ensino fundamental encontra-se dividido em quatro ciclos: 1º ciclo (1ª e 2ª séries), 2º ciclo (3ª e 4ª séries), 3º ciclo (5ª e 6ª séries) e 4º ciclo (7ª e 8ª séries).

financiamento do governo federal. Mesmo percebendo uma melhora expressiva na qualidade das obras após o início das avaliações feitas pelo MEC, a partir de 1998, algumas coleções ainda apresentam problemas historicamente detectados por vários autores e persistentes nas obras aprovadas e presentes no Guia de Livros Didáticos do PNLD 2008 de Ciências.

Outro problema que a pesquisa nos mostrou foi que os livros didáticos aprovados pelo PNLD 2008 não contemplam todos os conteúdos sugeridos pelos PCN nos respectivos ciclos. Isto significa que muitas coleções, por exemplo, apresentam todo o conteúdo de Astronomia no volume 1 que é usado pelos alunos da 5ª série do ensino fundamental. Desse modo, tópicos como a discussão do sistema geocêntrico e heliocêntrico, explicações sobre buracos negros, anãs brancas e até a origem do Universo (big bang) são apresentados a alunos que possuem uma condição de desenvolvimento de suas estruturas cognitivas ainda incapazes de formular hipóteses e buscar soluções sem a observação da realidade.

No início do séc. XXI, o ensino de Astronomia para as séries finais do ensino fundamental ainda se apresenta como sendo um grande desafio.

Mas várias ações efetivas podem ser realizadas para a melhoria do ensino de Astronomia nas escolas brasileiras e que estão presentes em alguns estudos realizados. Por exemplo,

- a criação de núcleos de Ensino de Astronomia, onde pessoas qualificadas fariam a difusão de conhecimentos científicos e possibilitariam atualizações constantes. Além disso, equipamentos, como telescópios, permitiriam um contato direto com os assuntos estudados;
- a formação de associações de astrônomos com equipamentos (lunetas, telescópios, planetários);
- o estímulo da participação dos alunos das escolas na Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA), atividade realizada anualmente, desde 1998, com alcance nacional;
- a eliminação dos erros graves e atualização das informações através de programas de orientação para as coleções de livros didáticos;

- a capacitação dos professores de Ciências tanto na sua formação inicial quanto na continuada.

Entretanto, nesta última ação, como podemos perceber, os professores de Ciências do ensino fundamental não têm na sua formação inicial e nos livros didáticos suporte adequado para o ensino de conteúdos de Astronomia. Diante desta realidade, questionamos como poderíamos modificá-la.

Como construir um material de apoio que possa atender a essas necessidades? E o material didático de apoio produzido, uma vez usado na formação continuada do professor de Ciências do Ensino Fundamental, poderia suprir as deficiências acumuladas na formação inicial e as falhas encontradas nos livros didáticos utilizados?

Acreditamos que sim. Um material de apoio aos professores de Ciências das séries finais do ensino fundamental que apresente os conteúdos de Astronomia sem erros conceituais, com sugestões de atividades experimentais, incluindo observações diurna e noturna, poderá melhorar a qualidade das aulas ministradas por esses professores.

Com esse objetivo construímos um material de apoio ao professor – ***UTOPIA – Tudo o que você queria saber sobre Astronomia mas não tinha a quem perguntar*** – contendo seis temas estruturadores:

- O nascimento da Astronomia
- Do sistema geocêntrico ao sistema heliocêntrico
- O desenvolvimento da Astronomia
- Percepção e contagem do tempo
- Calendários
- Movimentos

Este material de apoio foi produzido buscando articular três dimensões, que consideramos fundamentais em um material didático: *dimensão cognitiva*, *dimensão epistemológica* e *dimensão pedagógica*.

Percebemos que seria impossível construir uma proposta de material de apoio para os professores sem entender como o relacionamento didático – saber acadêmico, professor, aluno – ocorre na estrutura pedagógica (relativa ao professor), na estrutura cognitiva (relativa ao aluno) e na estrutura epistemológica (relacionada ao saber mesmo). E, ao incorporar estas três dimensões ao material, tornamo-lo fonte de conhecimento altamente eficiente para uma capacitação em ensino de Astronomia.

Pretendemos com o material de apoio aos professores dar um passo à frente dentro de um cenário educacional nacional que exige soluções eficientes para os dramas vividos em salas de aula pelos professores nos processos de ensino-aprendizagem.

Capítulo 1

A Astronomia no Ensino Fundamental: Qual o seu Papel?

O ser humano é um ser histórico, já que a história está presente em todos os processos humanos. Dentre as várias ciências desenvolvidas nesses processos, a Astronomia sem dúvida vinculou-se ao desenvolvimento histórico e social de várias culturas. Entender a Astronomia ajuda a entender o próprio homem, já que ela transpassa várias áreas do conhecimento, interligando, inclusive, as ciências humanas com as ciências naturais e exatas.

A Astronomia, enquanto um ramo da Ciência, compartilha alguns dos objetivos do ensino de Ciências para crianças e jovens enumerados em vários encontros e reuniões⁴. Entre eles, consideramos relevante que:

- as ciências podem ajudar as crianças a pensar de maneira lógica sobre os fatos do cotidiano e a resolver problemas práticos; tais habilidades intelectuais serão valiosas para qualquer tipo de atividade que venham a desenvolver em qualquer lugar que vivam;
- a Ciência e a Tecnologia podem ajudar a melhorar a qualidade de vida das pessoas, uma vez que são atividades socialmente úteis;
- dado que o mundo caminha cada vez mais num sentido científico e tecnológico, é importante que os futuros cidadãos preparem-se para viver nele;
- as ciências, como construção mental, podem promover o desenvolvimento intelectual das crianças;
- as ciências contribuem positivamente para o desenvolvimento de outras áreas, principalmente a língua e a matemática;

⁴

Nosso trabalho utilizou o relatório da reunião ocorrida em 1983 pela Unesco com especialistas de vários países e citado por Bizzo (1994).

- para várias crianças de muitos países, o ensino elementar é a única oportunidade real de escolaridade, sendo, portanto, a principal forma de travar contato sistematizado com a ciência;
- o ensino de ciências na educação básica pode realmente adquirir um aspecto lúdico, envolvendo as crianças no estudo de problemas interessantes, de fenômenos que as rodeiam em seu cotidiano.

Além desses objetivos, percebemos a necessidade de ensinar Astronomia nas aulas de Ciências para os alunos do ensino fundamental devido a mais dois motivos específicos à área. O primeiro refere-se ao fascínio que os fenômenos celestes despertam em crianças, jovens e adultos. Antes mesmo de chegar à escola, e até aqueles que por lá não passam, as pessoas entram em contato com informações sobre acontecimentos e avanços na área através de vários órgãos da imprensa (jornais, revistas, televisão). Entretanto, os alunos não conseguem relacioná-las e incluí-las em um todo coerente (LANGHI; NARDI, 2007). Pode-se também notar a contribuição que esse ramo da Ciência fornece para a promoção dos alunos à condição de sujeitos de sua cultura. A Astronomia, tanto quanto outros “novos” ramos da Ciência, como a genética, por exemplo, tem fornecido avanços, descobertas e até revoluções científicas que propiciam o entendimento de que a Ciência não é um processo estático, desarticulado, anacrônico e neutro.

Há ainda que considerarmos o papel ideológico que o ensino possui na sociedade. Rosa (1999) afirma que o objetivo do Ensino de Ciências, na sua forma mais ampla, é

Propiciar às novas gerações a apropriação crítica dos conhecimentos e habilidades já incorporados pelo Homem ao seu patrimônio científico-cultural permitindo, desse modo, que os indivíduos a elas pertencentes possam desenvolver-se de forma autônoma e cidadã, dando a estas gerações a possibilidade de serem os construtores de sua História de forma consciente e livre. (ROSA, 1999, p. 303)

Quando conseguimos, através do ensino de Ciências, que os alunos compreendam o mundo natural, solucionem problemas, realizem investigações, desenvolvam projetos, tomem decisões de forma consciente e mudem hábitos para preservar a saúde e o meio ambiente estamos realizando uma alfabetização

científica prática, um dos três tipos de alfabetização propostos por Shen (1975), e possibilitando um exercício efetivo da cidadania.

O papel da ciência e tecnologia no ensino de Ciência tem sido estudado por vários autores que defendem uma orientação curricular de Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Esses trabalhos curriculares em CTS surgiram em decorrência da necessidade de formar o cidadão em ciência e tecnologia, o que não vinha sendo alcançado adequadamente pelo ensino convencional de ciências. Sua proposta é criar uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e sócio-econômicos (LÓPEZ; CEREZO, 1996).

Santos e Mortimer (2000) compreendem a tecnologia como o conhecimento que nos permite controlar e modificar o mundo. E diferentemente do senso comum, a prática tecnológica possui, além do aspecto técnico (conhecimentos, habilidades e técnicas), os aspectos organizacional (atividade econômica e industrial, por exemplo) e cultural (sistemas de valores e códigos éticos, por exemplo). Reconhecer todos os aspectos envolvidos permite compreender como a tecnologia é dependente dos sistemas sócio-políticos e dos valores e ideologias da cultura em que se insere.

Freire (1996) entende que

a curiosidade como inquietação indagadora, como inclinação ao desvelamento de algo, com pergunta verbalizada ou não, como procura de esclarecimento, como sinal de atenção que sugere alerta faz parte integrante do fenômeno vital. Não haveria criatividade sem a curiosidade que nos move e que nos põe pacientemente impacientes diante do mundo que não fizemos, acrescentando a ele algo que fazemos. (FREIRE, 1996, p. 32)

Nesta perspectiva, uma das coisas que têm grande potencial para aguçar a curiosidade é a busca pelo entendimento da tecnologia que nos cerca atualmente. E todo esse saber tecnológico contribui para que os alunos desenvolvam habilidades e atitudes necessárias à tomada de decisão.

Numa proposta curricular de CTS, podemos incluir tópicos relativos à Astronáutica, que tratam da exploração do universo pelo homem, principalmente depois da ida ao espaço do astronauta brasileiro Marcos Pontes, em 2006, na Missão Centenário. Apesar de ser uma das mais novas práticas humanas de desenvolvimento científico, iniciada em 1957 com o lançamento do Sputnik I, primeiro satélite construído pelo homem, e tendo a sua popularização em 1969 com a chegada de astronautas americanos à Lua, a Era Espacial foi responsável por mandar ao espaço satélites de comunicação, telescópios espaciais e construir, inclusive, estações espaciais onde os astronautas e pessoas comuns, e muito ricas, puderam e podem permanecer até por meses, no caso da antiga MIR ou da Estação Espacial Internacional (ISS).

Sobre o ensino da Astronáutica, Reis e Garcia (2006) percebem que

A educação espacial é capaz de propiciar ao estudante uma compreensão integrada de fatos e fenômenos científicos e tecnológicos. Ela consiste no despertar da curiosidade e do interesse dos alunos acerca dos processos, produtos e serviços oriundos da exploração do ambiente espacial, oferecendo uma compreensão interdisciplinar da ciência e tecnologia e da forma como elas afetam o cotidiano. (REIS; GARCIA, 2006, p. 363)

Podendo tornar-se o elo entre os eixos temáticos **Terra e Universo** e **Tecnologia e Sociedade**, a Astronáutica pode ajudar a destruir o mito existente entre vários alunos de que grande parte do conhecimento científico não é produzida com finalidade prática. Este ramo da Ciência é responsável por avanços nas telecomunicações (com satélites), na medicina (com técnicas de transplantes), na navegação (com satélites GPS), monitoramento ambiental e meteorologia (com satélites meteorológicos), ciências e tecnologias em geral (com fibras ópticas, robóticas, ligas metálicas) etc. Além disso, exerce forte fascínio sobre todas as pessoas, sejam crianças ou adultos.

Entretanto, só recentemente percebeu-se a importância da educação espacial para as crianças e jovens para a alfabetização científica no ensino fundamental. Por exemplo, na XI OBA, realizada em 2008, todos os quatro níveis possuem conteúdos de Astronáutica, responsável por 30% das questões das provas. Mas isso só ocorreu a partir de 2005, em sua 8ª edição, quando foi firmado um convênio com a Agência Espacial Brasileira (AEB).

Capítulo 2

A Astronomia nos Livros Didáticos

2.1 O livro didático e seu papel no contexto escolar

Os debates acerca do livro didático são democráticos: envolvem educadores, alunos, famílias, autores, editores, autoridades políticas e intelectuais além de gerar encontros acadêmicos, artigos em jornais e em revistas especializadas.

Nascidos como complemento aos grandes clássicos, os livros didáticos são instrumentos de comunicação, de produção e transmissão de conhecimentos nas escolas há pelo menos dois séculos, sendo veículos de valores ideológicos ou culturais. Numa perspectiva menos cultural, pode-se entender o livro didático como mercadoria ligada ao mundo editorial (BITTENCOURT, 2004). Mas de forma alguma isso minimiza seu caráter político e cultural.

Buscando entender o papel do livro didático dentro da sala de aula, pesquisadores do Grupo Formar-Ciências, da Faculdade de Educação da Unicamp realizaram em 2003 um trabalho com 180 professores de Ciências de escolas públicas de ensino fundamental. A pesquisa analisou as concepções e práticas deles sobre o livro didático de Ciências.

Megid Neto e Fracalanza (2003) apresentaram os resultados do trabalho. Foi possível reconhecer três usos que os professores afirmam fazer do livro didático em suas atividades docentes:

- uso simultâneo de várias coleções didáticas – os professores utilizavam diversas coleções de editoras e autores distintos para elaborar o planejamento anual de suas aulas e para a preparação das mesmas ao longo do período letivo;
- uso de um único livro didático – os professores baseavam-se inteiramente na leitura do conteúdo apresentado pelo livro para preparar as atividades de ensino-aprendizagem (tanto em sala de aula quanto em atividades extra-

classes), usando inclusive os exercícios, as fotos, os desenhos, os mapas e os gráficos.

- uso do livro didático como fonte bibliográfica – a leitura do livro é usada pelo professor para complementar os seus conhecimentos e de seus alunos nas pesquisas escolares.

Ainda foram avaliadas pelo Grupo Formar-Ciências da Unicamp quais as principais características que deveriam ter os livros didáticos na opinião dos professores. São elas:

- integração ou articulação dos conteúdos e assuntos abordados;
- textos, ilustrações e atividades diversificados e que mencionem ou tratem situações do contexto de vida do aluno;
- informações atualizadas e linguagem adequada ao aluno;
- estímulo à reflexão, ao questionamento, à criticidade;
- ilustrações com boa qualidade gráfica, visualmente atraentes, compatíveis com a nossa cultura, contendo legendas e proporções espaciais corretas;
- atividades experimentais de fácil realização e com material acessível, sem representar riscos físicos ao aluno;
- isenção de preconceitos socioculturais;
- manutenção de estreita relação com as diretrizes e propostas curriculares oficiais.

Completando as características de um “bom” livro didático de Ciências, Bizzo (1996) estabelece cinco pontos fundamentais: não estimular a “decoreba”, as atividades experimentais devem ser eficazes, clareza e presença na interdisciplinaridade dos conteúdos, respeito à cultura, à experiência de vida e aos valores éticos e religiosos dos alunos e figuras e ilustrações compatíveis com a realidade que representam.

De todas as características apontadas pelos professores paulistas e por Bizzo, foi possível agrupá-las em cinco⁵ critérios e estes norteiam a avaliação das coleções inscritas no Programa Nacional do Livro Didático de 2008. A tabela 1 apresenta uma síntese dos seis critérios utilizados pelos pareceristas.

| critérios | síntese |
|------------------------------------|---|
| proposta pedagógica | Neste critério examinam-se os fundamentos da proposta que sustenta a coleção, avaliando sua atualidade em termos de teorias da educação em ciência; o modo como é considerado e utilizado o conhecimento dos alunos no encaminhamento das atividades; o modo como a proposta considera o desenvolvimento cognitivo dos alunos; a coerência entre o que é proposto no manual do professor e o que efetivamente é apresentado no livro do aluno; os modos de contextualização dos conteúdos e as pontes estabelecidas com o cotidiano; o caráter do conhecimento científico expresso na obra: se ela apresenta a ciência como tendo caráter histórico, de produção coletiva e de constante reconstrução. |
| conhecimentos e conceitos | Por conhecimentos e conceitos entende-se a organização dos conteúdos da coleção e o atendimento equilibrado das diferentes áreas do conhecimento científico; o caráter científico e atual dos conteúdos e sua adequação ao nível dos alunos; a correção conceitual e o uso adequado de analogias; a integração de fatos por meio de conceitos e princípios; a integração dos conteúdos visando à interdisciplinaridade e à transversalidade. |
| pesquisa, experimentação e prática | Em pesquisa, experimentação e prática avaliam-se o estímulo e a orientação para a pesquisa, a experimentação e a realização de práticas em forma de atividades viáveis e sem oferecer riscos aos alunos; proposição de atividades que denotem caráter científico, com questionamentos, coleta de dados e interpretação, superando-se práticas meramente demonstrativas; prática de habilidades, atitudes e valores científicos, com ênfase na comunicação de resultados em forma de tabelas, gráficos e outros modos de expressão característicos da ciência; estímulo e orientação para a consulta de livros e outros tipos de publicações; orientação para o uso crítico da Internet como parte das pesquisas, experimentações, práticas e trabalhos de aula. |
| cidadania e ética | Na categoria cidadania e ética analisam-se elementos relacionados à relação entre conhecimento popular e científico, com respeito e valorização de ambos; postura de respeito a leis, normas de segurança e valorização do debate sobre direitos do trabalhador e do cidadão, incentivando a investigação de temas atuais, objeto de debate na sociedade e com implicações no |

⁵ Há ainda um sexto critério, Manual do professor, que não aparece como sendo uma característica importante em um “bom” livro didático.

| | |
|----------------------------------|--|
| | exercício da cidadania; exploração de contextos regionais e globais em seus sentidos sociais e políticos, sempre com valorização das diversidades existentes; prática de posturas de respeito às diversidades culturais, étnico-raciais, de gênero e de religião, com apreciação das contribuições de todos na produção cultural; incentivo à postura de conservação, uso e manejo correto do ambiente, com consideração positiva de todas as formas de vida; estímulo ao debate sobre a ciência e sua ética, apresentando-a como uma criação humana em meio a muitas outras formas de produção. |
| ilustrações, diagramas e figuras | Na análise das ilustrações, diagramas e figuras examinam-se a validade das ilustrações para a construção correta dos conceitos propostos; a utilização de recursos variados capazes de complementar o trabalho com os conhecimentos abordados, apresentando-se créditos às fontes e trazendo informações pertinentes à origem das ilustrações; a diagramação, com inclusão de esquemas, gráficos, tabelas e outros recursos capazes de introduzir os alunos à linguagem científica e de estimular e motivar os alunos para um envolvimento ativo com os livros. |
| manual do professor | Na categoria manual do professor verifica-se o grau de complementaridade que este apresenta em relação ao livro do aluno, descrevendo e justificando a proposta da obra e servindo efetivamente como auxiliar do professor na concretização dos objetivos propostos; se é proposto um papel mediador e problematizador para o professor, aparecendo isto tanto no manual quanto no livro do aluno; as sugestões de referências bibliográficas e os incentivos ao uso de uma variada gama de recursos para complementar as atividades propostas nos livros, especialmente a Internet; o incentivo ao uso de múltiplas formas de comunicação e expressão do conhecimento, especialmente no encaminhamento das pesquisas e atividades experimentais, examinando-se também as sugestões complementares aos textos do livro do aluno. |

Tabela 1 – Síntese dos seis aspectos usados nas avaliações dos livros didáticos inscritos no PNLD 2008. Fonte: Guia dos Livros Didáticos 2008: Ciências. MEC, 2007.

Org.: Amaral, Patrícia (2008).

É importante notar que, além de um processo pedagógico, as discussões em torno do livro didático estão ligadas a sua importância econômica. Os investimentos realizados pelas políticas públicas nos últimos anos transformaram o PNLD no maior programa de livro didático do mundo (BITTENCOURT, 2004).

Inserido no cenário apresentado, há ainda outro ponto que demonstra a necessidade de se fazer análises mais criteriosas. Os professores acreditam que os

livros didáticos aprovados pelo PNLD são fiéis as propostas e diretrizes curriculares e do conhecimento científico (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003).

Assim, os textos presentes nos livros didáticos sofrem pressão de, no mínimo, três esferas: das editoras (por ações econômicas), dos professores (por razões práticas) e do governo federal (que procura equilibrar a relação custo-benefício).

Alguns trabalhos mostram que houve melhorias significativas nos livros didáticos depois da instituição do PNLD em 1996. Leite e Hosoume (2005) apresentam um trabalho que evidenciam mudanças nos livros didáticos de Ciências, de 5ª a 8ª séries do ensino fundamental, depois do PNLD/PCN. Esquadrinhando a abrangência, profundidade e acertos de conceitos ligados à Astronomia, as pesquisadoras concluem que há mudanças, mas elas são sutis, sendo que uma das mudanças mais expressivas encontra-se na preocupação com as imagens apresentadas. Em outro trabalho (LEITE; HOSOUME, 2007), as pesquisadoras demonstram uma preocupação com aspectos metodológicos no ensino de Astronomia. Mas as leituras das variadas deficiências dos livros por especialistas são mais amplas.

Os problemas com aspectos relacionados à inadequação metodológica, erros conceituais, experiências não-realizáveis ou que trazem riscos à integridade física dos alunos são comprovados em trabalho realizados nas últimas três décadas por Pretto (1985), Fracalanza (1993), Pimentel (1998), Sponton (2000), Leite; Hosoume (2007), entre outros.

Tais erros podem, com alguma facilidade e boa vontade, serem corrigidos. Entretanto, de natureza mais complexa, os equívocos metodológicos que tratam o educando como um ser passivo, um indivíduo ignorante a ser completado de informação, transformam a tarefa de mudança muito mais profunda.

Leite e Hosoume (2007) acreditam que

A Astronomia, quando trabalhada no ensino fundamental, é desenvolvida de forma tradicional e apenas conceitual, e as representações dos elementos constituintes são abordadas, geralmente, apenas em forma de texto ou de imagens bidimensionais. Temos consciência de que a metodologia de aula não pode mais ser a indicada tradicionalmente nos livros didáticos, pois ela já se revelou ser insuficiente. Devido à natureza abstrata do tema, ele deve, na medida do possível, ser vivenciado de forma

prática e concreta. As propostas de ensino deste tema devem indicar a importância do conhecimento dos conceitos construídos intuitivamente, pois eles são a maneira de pensar das pessoas e devem ser incorporados à estrutura e à metodologia das propostas de ensino. (LEITE; HOSOUME, 2007, p. 66)

Megid Neto e Fracalanza (2003) confirmam este ponto. Para eles, houve uma omissão, por parte dos especialistas que participaram dos estudos desenvolvidos pelo MEC em 1994, para com os critérios de cunho teórico-metodológico. O resultado deste “esquecimento” foi que as coleções apenas tiveram alterados projetos gráficos e conceitos que apareciam com erros, sem, entretanto, sofrerem mudanças em elementos essenciais do processo teórico-metodológico de ensino-aprendizagem de Ciências.

Megid Neto e Fracalanza (2003) alertam que

em linhas gerais, as atuais coleções disponíveis no mercado ainda mantêm uma estrutura programática e teórico-metodológica mais próxima das orientações curriculares veiculadas nos anos 60 e 70. A pretensão de que as coleções de livros didáticos colaborem na difusão das atuais orientações e currículos oficiais, contribuindo para que o professor consiga perceber como estas diretrizes podem tomar forma na prática escolar, de modo algum é conseguida pelos livros didáticos hoje presentes no mercado, mesmo entre aqueles que são recomendados pelos Guias do MEC. Quanto ao conhecimento científico veiculado nos livros didáticos de Ciências, não se nota qualquer mudança substancial nas duas ou três últimas décadas. As coleções enfatizam sempre o produto final da atividade científica, apresentando-o como dogmático, imutável e desprovido de suas determinações históricas, político-econômicas, ideológicas e socioculturais. Realçam sempre um único processo de produção científica – o método empírico-indutivo –, em detrimento da apresentação da diversidade de métodos e ocorrências na construção histórica do conhecimento científico [...]. Pode-se dizer, então, que o conhecimento apresentado aos professores e seus alunos pelos livros didáticos de Ciências situa-se entre uma versão adaptada do produto final da atividade científica e uma versão livre dos métodos de produção do conhecimento científico. (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003, p. 154)

Se considerarmos, por exemplo, o resultado da pesquisa realizada pelo Grupo Formar-Ciência sobre as concepções e os usos que os professores de Ciências das escolas públicas paulistas de ensino fundamental fazem do livro didático em suas atividades docentes, uso de várias coleções para a produção de seus trabalhos e uso de um único livro seguindo inteiramente suas propostas ou

como fonte bibliográfica deles e de seus alunos, notamos como a ausência de parâmetros teórico-metodológicos pode afetar o processo de ensino-aprendizagem.

2.2 A Astronomia nos livros didáticos de Ciências

Em 2008, o PNLD encontra-se em sua 4ª edição (1999, 2002 e 2005). A avaliação das obras didáticas de Ciências voltadas para as séries finais do ensino fundamental contou com 51 educadores de vários estados (CE, MS, MG, PA, PB, PE, RJ, RS, SP e DF) com diferentes formações (biólogos, físicos, geólogos e químicos) atuando nos ensinos fundamental e médio.

Os avaliadores dos Livros Didáticos aprovaram, em 2008, 24 coleções de Língua Portuguesa, 16 de Matemática, 13 de Ciências, 19 de Geografia e 19 de História.

No caso de Ciências, foram avaliadas 21 coleções, sendo que aproximadamente 62% delas foram aprovadas. Numa edição anterior do PNLD, feita em 2002, dos dezoito livros didáticos de Ciências inscritos, 6 foram aprovados, representando apenas 34% dos livros. Os números indicam uma melhora geral na qualidade dos livros.

Os professores das escolas públicas do Brasil puderam escolher a coleção que melhor se adaptava a sua região e os livros estão sendo adotados no triênio 2008-2010.

O conteúdo de Astronomia nos livros didáticos de Ciências aprovados

Em 2008, o PNLD aprovou 13 coleções de livros didáticos de Ciências para as séries finais do ensino fundamental (5ª a 8ª série). Procurando esquadrihar os conteúdos de Astronomia presentes nessas obras, Amaral e Quintanilha (2008) realizaram um estudo que procurou avaliar alguns dos critérios usados pelos avaliadores do MEC, entre outros objetivos. Numa avaliação quantitativa, foi feito um levantamento quanto à frequência de conteúdos de Astronomia eram tratados por cada volume das coleções. Complementarmente, foram utilizados três critérios

usados pelos avaliadores do PNLD 2008 na análise dos conteúdos astronômicos: conhecimentos e conceitos; pesquisa, experimentação e prática; e diagramas e figuras.

A pesquisa não deixou de fora os critérios relacionados à proposta pedagógica e cidadania e ética. No primeiro caso, focou-se na apresentação de uma visão da ciência como tendo um caráter histórico, de produção coletiva e de constante reconstrução. Já o critério cidadania e ética foi avaliado ao perceber-se o respeito, a valorização e a relação entre o conhecimento popular e científico. Mas os dois critérios não dispõem de avaliação específica. Eles foram relacionados aos conteúdos centrais quanto à sua presença ou não nas obras analisadas.

Os manuais do professor não foram avaliados já que não foi possível adquirir, junto às editoras, todos os manuais dos volumes das coleções.

A tabela 2 descreve as treze coleções aprovadas no PNLD 2008. Nela estão incluídos os códigos usados pelo PNLD na avaliação e seleção das obras, os anos e as edições da coleção, os títulos das obras, o(s) autor(es) e as editoras que publicaram cada livro. Foi decidido, pelos autores da pesquisa, utilizar em todas as análises apenas o código que cada coleção recebeu ao ser inscrita no processo de avaliação e seleção das obras. Atitude que será repetida neste trabalho.

| Código | Ano/ Edição | Título | Autores | Editora |
|---------------|------------------------|--------------------------|---|--------------------------------|
| 8COL04 | 2005 1ª ed. | Série Link da Ciência | Silvia Bortolozzo Suzana Maluhy | Edições Escala Educativa |
| 23COL04 | 2007 3ª ed. | Ciências | Carlos Barros Wilson Roberto Raulino | Ática |
| 25COL04 | 2004 2ª ed. | Ciências | Fernando Gewandsznajder | Ática |
| 35COL04 | 2007 1ª ed. | Ciência e Vida | Alexandre Alex Barbosa Xavier Maria Hilda de Paiva Andrade Marta Bouissou Morais Marciana Almendro David. | Editora Dimensão |
| 42COL04 | 2007 1ª ed. | Ciências BJ | Marcelo Jordão Nélio Bizzo | Editora do Brasil |
| 55COL04 | 2006 1ª ed. | Ciências Natureza e | Carlos Kantor José Trivellato | FTD |

| | | | | |
|----------|----------------|--|---|----------|
| | | Cotidiano | Júlio Foschini Lisboa Marcelo Motokane Sílvia Trivellato | |
| 56COL04 | 2006 1ª ed. | Ciências Novo Pensar | Demétrio Gowdak Eduardo Martins | FTD |
| 68COL04 | 2004 1ª ed. | Projeto Araribá - Ciências | José Luiz Carvalho da Cruz Elena Versolato Maíra Rosa Carnevalle Rita Helena Bröckelmann Oliveira | Moderna |
| 69COL04 | 2004 2ª ed. | Ciências Naturais Aprendendo com o cotidiano | Eduardo Leite Canto | Moderna |
| 86COL04 | 2006 1ª ed. | Ciências e Interação | Alice Costa | Positivo |
| 98COL04 | 2006 2ª ed. | Construindo Consciências Ciências | Carmen Maria De Caro Helder de Figueiredo e Paula Mairy Barbosa L. dos Santos Maria Emília C. de Castro Lima Nilma Soares da Silva Orlando Aguiar Jr. Ruth Schmitz de Castro Selma Ambrozina de M. Braga | Scipione |
| 119COL04 | 2006 1ª ed. | Investigando a Natureza Ciências para o Ensino Fundamental | Ana Paula Hermanson Mônica Jakievicius | IBEP |
| 148COL04 | 2006 1ª ed. | Ciências Naturais | Aníbal Fonseca Olga Santana Érika Regina Mozena | Saraiva |

Tabela 2 – Livros aprovados no PNLD 2008. Fonte: MEC, 2007.

Org.: Amaral e Quintanilha, 2008.

Uma primeira análise que pôde ser feita referiu-se à formação dos autores dos livros. São, no total, 37 autores, sendo que 92% deles têm licenciatura na sua formação inicial. O gráfico 1 apresenta o número de autores que tiveram como graduação apenas cursos de licenciatura. Nota-se o número elevado de autores formados em licenciatura em Ciências Biológicas, sendo 50% do total de autores

licenciados. Os outros três autores não licenciados possuem graduação em Engenharia de Materiais, Engenharia Química e Engenharia Elétrica.

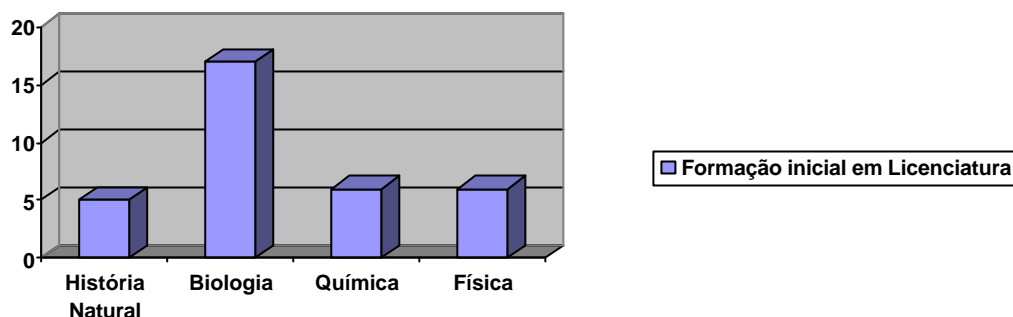


Gráfico 1 – Formação inicial em licenciatura dos autores de livros aprovados no PNLD 2008. Fonte: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Plataforma Lattes. Org.: AMARAL, Patrícia (2008).

Quando se analisa a formação complementar dos autores, nota-se uma quantidade considerável de doutores. O gráfico 2 apresenta a titulação que os autores possuem.

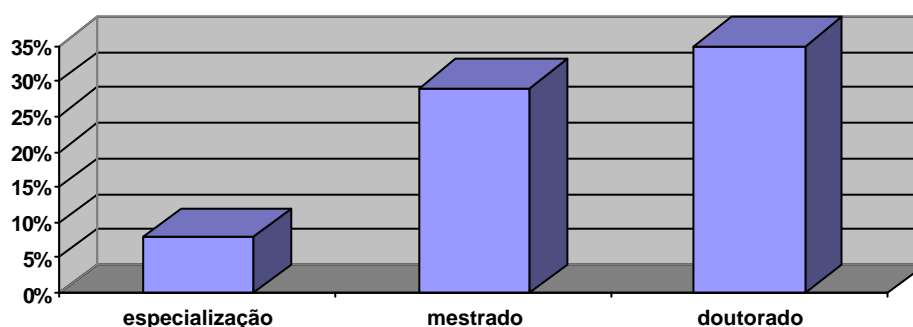


Gráfico 2 – Formação complementar dos autores de livros aprovados no PNLD 2008. Fonte: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Plataforma Lattes. Org.: AMARAL, Patrícia (2008).

As três especializações estão ligadas a áreas da Biologia, os onze mestrados foram feitos na área de Educação, Didática, Ecologia ou Ensino de Ciências e os doutorados são na área da Educação (12) e da Físico-Química (1). Mas nenhum dos autores possui formação específica em Astronomia. Percebe-se, neste cenário, uma preocupação no aprofundamento de questões ligadas ao Ensino de Ciências em geral, mas não há uma mobilização para as questões específicas dos conteúdos, incluindo aí a Astronomia. Fica evidente que esta especificidade não seria necessária se os livros didáticos não tivessem problemas relacionados ao ensino de

Astronomia. Entretanto, não foi o que a pesquisa detectou. Para tentar obter um panorama dos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2008 – e que, teoricamente, são os melhores –, foram analisados três critérios estabelecidos pelo MEC, além da avaliação da frequência dos conteúdos presentes nos livros didáticos. O trabalho tratou exclusivamente de elementos da Astronomia.

Frequência do conteúdo

Considerando a frequência de conteúdos de Astronomia incluídos nos 3º e 4º ciclos dos PCN, obtivemos como resultado os dados presentes nos gráficos 3 e 4. No eixo horizontal, temos os códigos das coleções dos livros didáticos aprovados e presentes no Guia de Livros Didáticos 2008, bem como as séries (5ª, 6ª, 7ª e 8ª) que as compõem. No eixo vertical, há a porcentagem do número de páginas em relação ao total de páginas dos livros, não incluído nesse total o Manual para o professor, os Cadernos de Atividades, os exercícios e as atividades experimentais.

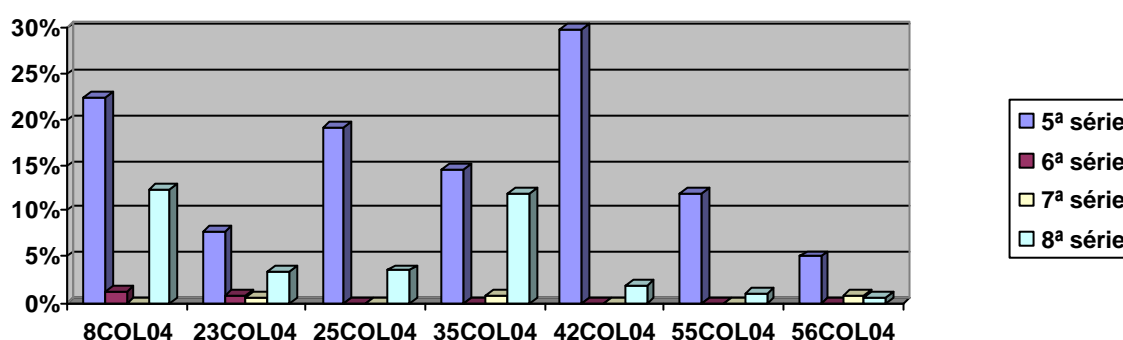


Gráfico 3 – Frequência dos conteúdos de Astronomia.
Org.: Amaral e Quintanilha (2008).

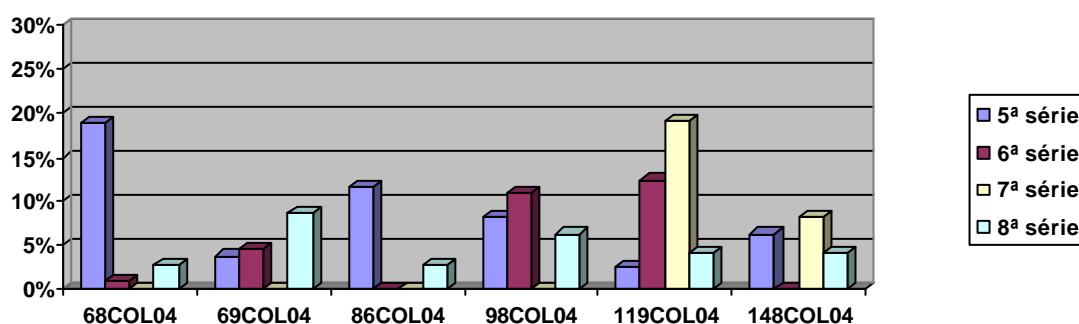


Gráfico 4 – Frequência dos conteúdos de Astronomia.
Org.: Amaral e Quintanilha (2008).

O gráfico 5 apresenta as médias de páginas com elementos de Astronomia das 13 coleções aprovadas. Avaliando a distribuição dos elementos de Astronomia pelas séries, percebe-se uma concentração nos volumes da 5ª série de cada coleção, seguida, de longe, pelo volume da 8ª série. Isto ocorre, pois, a maioria dos livros didáticos analisados ainda utiliza uma divisão de conteúdos tradicional, onde o volume de 5ª série trata do meio ambiente (solo, ar, água e universo), o da 6ª série apresenta os seres vivos, o da 7ª série traz tópicos sobre o corpo humano e o volume da 8ª série introduz os conteúdos de física e química. Essa divisão contraria os PCN, que distribuem os conteúdos de Astronomia presentes no eixo temático “Terra e Universo” entre o 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental.

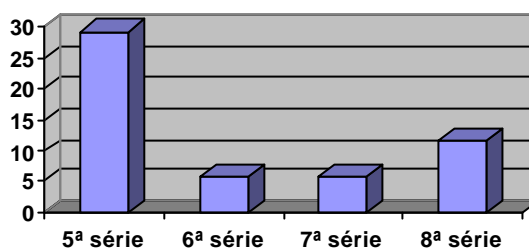


Gráfico 5 – Média do número de páginas dos livros didáticos destinados aos conteúdos de Astronomia por série.

Org.: AMARAL, Patrícia (2008).

Adequação e abrangência

Voltando-se para os requisitos qualitativos avaliados pelo PNLD, o primeiro a ser tratado será a análise dos elementos listados nos PCN necessários em cada ciclo (3º e 4º) do ensino fundamental. Tais conteúdos englobam conceitos/conhecimentos referentes à Astronomia. A tabela 3 apresenta os elementos presentes no 3º ciclo (5ª e 6ª séries) e a tabela 4 apresenta os elementos presentes no 4º ciclo (7ª e 8ª série). O símbolo ✓ representa a presença do conteúdo/conhecimento no ciclo correspondente.

Levando-se em conta os critérios descritos acima, desconsiderou-se os conteúdos centrais que são sugeridos mas encontravam-se em ciclos trocados, isto é, onde as diretrizes sugeriam que deveria ser tratado no 3º ciclo (5ª ou 6ª série) mas o conteúdo estava presente nos livros da 7ª ou 8ª séries e vice-versa. Por exemplo, as coleções 23COL04, 25COL04, 55COL04 e 148COL04 abordam os

sistemas geocêntrico e heliocêntrico, mas o fazem no volume da 5ª série, apesar deste conteúdo estar presente no 4º ciclo.

TABELA 3 – CONTEÚDOS/CONHECIMENTOS DE ASTRONOMIA NO 3º CICLO PRESENTES NOS LIVROS DIDÁTICOS

| Conteúdos Centrais | 8COL04 | | 23COL04 | | 25COL04 | | 35COL04 | | 42COL04 | | 55COL04 | | 56COL04 | | 68COL04 | | 69COL04 | | 86COL04 | | 98COL04 | | 119COL04 | | 148COL04 | |
|--|--------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|----------|---|----------|---|
| | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 6 |
| Motivação à observação prática | | | | | | | | | ✓ | | | | | | ✓ | | | | ✓ | | | | | ✓ | | |
| Aspectos histórico-filosóficos da Ciência | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | |
| Estrutura interna da Terra | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| Vulcões | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |
| Terremotos | | | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |
| Quantidade de movimentos da Terra | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | | | 2 | | | | 2 | | 1 | | | 2 | 2 | |
| Pontos cardeais | | | | | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | |
| Fuso horário | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | ✓ | |
| Hemisférios | ✓ | | ✓ | | | | | | ✓ | | | | | | ✓ | | | | | ✓ | | | | | | |
| Estações do ano | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | | | | | ✓ | | | | |
| Zonas climáticas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | |
| Trajectoria do Sol em diferentes latitudes | | | | | | | ✓ | | ✓ | | | | | | | | ✓ | | | | | ✓ | | | ✓ | |
| Relógio biológico | ✓ | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | | | |
| Calendários | ✓ | | | | | | | | ✓ | | ✓ | | | | | | | | | | | ✓ | | | | |
| Relógio solar/gnômon | ✓ | | | | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | | | | | ✓ | | ✓ | | | ✓ | |
| Eclipse lunar | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | ✓ | |
| Eclipse solar | | | ✓ | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | |
| Fases da Lua | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | | | ✓ | | ✓ | | | | | ✓ | | | | |
| Projeto Apolo | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | | | ✓ | | | | ✓ | | | | | ✓ | | | | |
| Foguetes/sondas/satélites | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | | | | | |
| Planetas do Sistema Solar | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | | | | ✓ | | | ✓ | |
| Cometas / meteoróides | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | | | | | | | ✓ | | |
| Constelações | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | | |
| Via-Láctea | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | | | | | | | | | | ✓ | |
| Ano-luz | | | ✓ | | | | | | ✓ | | | | ✓ | | ✓ | | | | | | | | | ✓ | | |
| Lunetas e telescópios | | ✓ | ✓ | | ✓ | | | | | | | | | | ✓ | | ✓ | | | | | | | ✓ | ✓ | |

TABELA 4 – CONTEÚDOS/CONHECIMENTOS DE ASTRONOMIA NO 4º CICLO PRESENTES NOS LIVROS DIDÁTICOS

| Conteúdos Centrais | 8COL04 | | 23COL04 | | 25COL04 | | 35COL04 | | 42COL04 | | 55COL04 | | 56COL04 | | 68COL04 | | 69COL04 | | 86COL04 | | 98COL04 | | 119COL04 | | 148COL04 | |
|-------------------------------------|--------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|----------|---|----------|---|
| | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 8 |
| Motivação à observação prática | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| Modelos geocêntrico e heliocêntrico | | | | | | ✓ | | ✓ | | | | | | | | | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Copérnico | | | | | | ✓ | | ✓ | | | | | | | | | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Galileu | | | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | | | | | ✓ | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Newton | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | | | | | ✓ | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| Força da gravidade (qualitativo) | | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | ✓ | | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | | ✓ | ✓ |
| Atração gravitacional Terra-Lua-Sol | | | | ✓ | | ✓ | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | ✓ | ✓ |
| Einstein | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | ✓ | | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Referências de distâncias | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vulcões | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Terremotos | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| Camadas internas | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Origem do Universo | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | ✓ |
| Estrutura das galáxias | | ✓ | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ |
| Estrutura do Universo | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | ✓ |
| Animais x estações | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ |
| Solstícios/equinócios | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | ✓ | | |
| Mov. solar nos trópicos | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | ✓ | | |
| Mov. Rotação | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | ✓ |
| Marés | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | ✓ | |
| Eclipses | | | | | | | | | | | ✓ | | ✓ | | | | | | | | | | ✓ | | ✓ | |
| Telescópios/lunetas | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | ✓ | | | | | | | | ✓ | | | | | | | ✓ | | | |
| Buracos negros | | | | | | | | ✓ | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Parâmetros Curriculares Nacionais, 3º e 4º ciclos, Ciências Naturais, MEC, 1998.

Org.: Amaral e Quintanilha, 2008.

Ilustrações, diagramas e figuras

Analisando as ilustrações, os diagramas e as figuras apresentados nos livros didáticos aprovados no PNLD 2008, percebe-se uma falta de preocupação em validá-los para a construção correta dos conceitos propostos. Vigora, ainda, em algumas obras, imagens de órbitas planetárias acentuadamente elípticas e planetas alinhados, por exemplo.

Apresentamos alguns exemplos da falta de cuidado com as imagens, ilustrações e figuras.

Com relação a órbitas exageradamente elípticas, encontramos o problema em várias coleções. E o trauma persiste mesmo quando os autores informam aos alunos que as figuras estão fora de escala para as dimensões da órbita e dos tamanhos do Sol e da Terra.

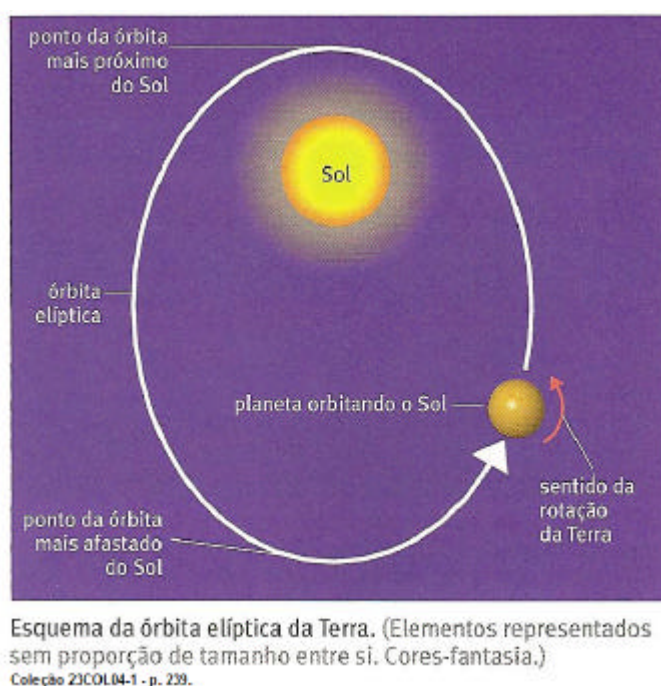


Figura 1 – Órbita da Terra em volta do Sol.

Órbita exageradamente elíptica. Esta imagem, que não representa adequadamente a posição da Terra em sua órbita em torno do Sol, pode ser fonte de inúmeros equívocos, entre eles a vinculação das estações do ano com a aproximação/afastamento do Planeta em sua órbita em torno do Sol.

Fonte: Coleção 23COL04, volume 1, p. 239.

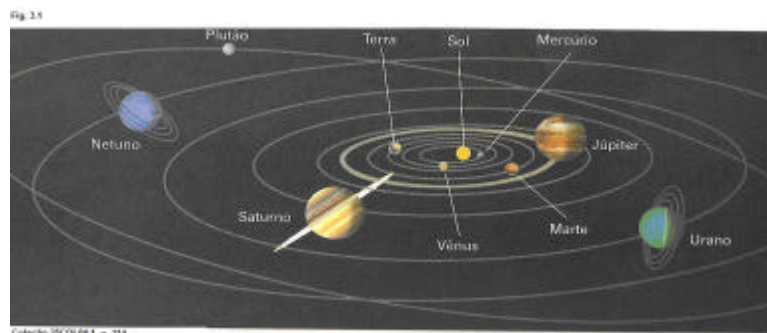


Figura 2 – Órbita da Terra em volta do Sol.

Órbita exageradamente elíptica. Esta imagem, que não representa adequadamente a posição da Terra em sua órbita em torno do Sol, pode ser fonte de inúmeros equívocos, entre eles a vinculação das estações do ano com a aproximação/afastamento do Planeta em sua órbita em torno do Sol.

Fonte: Coleção 25COL04, volume 1, p. 214.

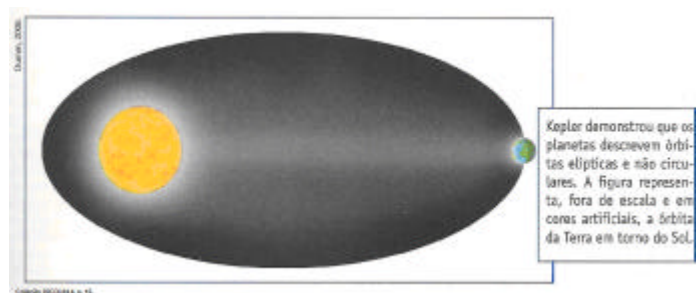


Figura 3 – Órbita da Terra em volta do Sol

Órbita exageradamente elíptica. Esta imagem, que não representa adequadamente a posição da Terra em sua órbita em torno do Sol, pode ser fonte de inúmeros equívocos, entre eles a vinculação das estações do ano com a aproximação/afastamento do Planeta em sua órbita em torno do Sol.

Fonte: Coleção 35COL04, volume 4, p. 15.



Figura 4 – Órbita da Terra em volta do Sol

Órbita exageradamente elíptica. Esta imagem, que não representa adequadamente a posição da Terra em sua órbita em torno do Sol, pode ser fonte de inúmeros equívocos, entre eles a vinculação das estações do ano com a aproximação/afastamento do Planeta em sua órbita em torno do Sol.

Fonte: Coleção 119COL04, volume 3, p. 130.

Outro problema encontrado com freqüência refere-se à utilização da Constelação do Cruzeiro do Sul para determinação do pólo Sul celeste. De forma estabaneada, alguns autores afirmam que basta usar o eixo maior da cruz para encontrar, num prolongamento direto, o ponto cardeal Sul. Outros não se preocupam com a qualidade das ilustrações, fazendo-as confusas e pouco seguras para os alunos.



Figura 5 – Orientação pelo Cruzeiro do Sul

O texto abaixo da imagem diz que “Cruzeiro do Sul. O eixo maior dessa constelação, no sentido das estrelas Gama—Alfa, aponta aproximadamente para o Sul”. Os autores afirmam erroneamente que a alfa Crucis fica voltada para o Sul.

Fonte: Coleção 23COL04, volume 1, p. 242.

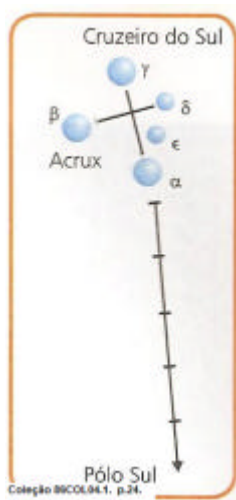


Figura 6 – Orientação pelo Cruzeiro do Sul

Há um desvio na linha imaginária do prolongamento do eixo maior da cruz que traz uma imprecisão na determinação do pólo Sul celeste. Além disso, há na seta usada cinco espaços de mesma medida, o que contraria o texto do próprio livro que diz “Traçando uma linha imaginária, cujo comprimento seja cerca de quatro vezes e meio o eixo maior da cruz, localiza o Pólo Sul da esfera celeste.” p. 24.

Fonte: Coleção 86COL04, volume 1, p. 24.



Figura 7 – Orientação pelo Cruzeiro do Sul

Imagem que erroneamente mostra que basta prolongar o eixo maior da cruz para localizar o pólo Sul geográfico. Já a legenda estimula a procura da constelação como sendo fácil. Mas no caso da constelação do Cruzeiro do Sul há a possibilidade concreta do aluno usar a “falsa Cruzeiro do Sul” para fazer a localização.

Fonte: Coleção 98COL04, volume 1, p. 270.



Figura 8 – Orientação pelo Cruzeiro do Sul

O texto acima da imagem diz que “Você já deve ter visto a constelação do Cruzeiro do Sul. Ela é formada por cinco estrelas. A α Crucis (ou estrela de Magalhães) fica voltada sempre para o Sul.” Mas, nota-se na figura seis estrelas dentro da área que se pressupõe ser a constelação. Além disso, as autoras afirmam erroneamente que a alfa Crucis fica voltada sempre para o Sul.

Fonte: Coleção 119COL04, volume 1, p. 165.

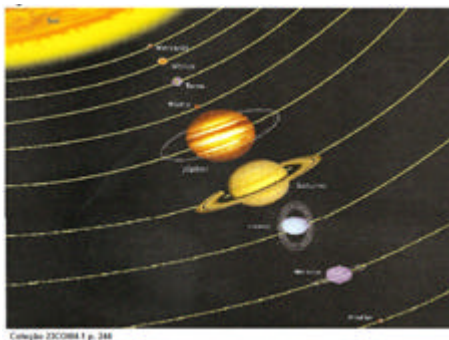


Figura 9 – Planetas do Sistema Solar alinhados

Há um alinhamento dos planetas do Sistema Solar. Não há nenhum aviso sobre este posicionamento não ser correto.

Fonte: Coleção 23COL04, volume 1, p. 244.

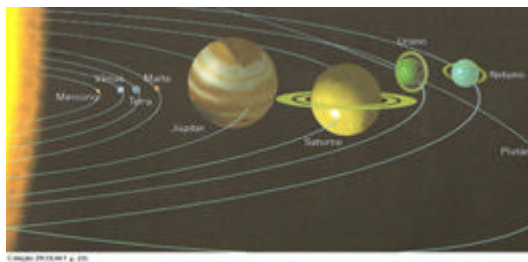


Figura 10 – Planetas do Sistema Solar alinhados

Há um alinhamento dos planetas do Sistema Solar. Não há nenhum aviso sobre este posicionamento não ser correto. Além disso, a legenda não avisa sobre o uso de cores-fantasia.

Fonte: Coleção 25COL04, volume 1, p. 215.

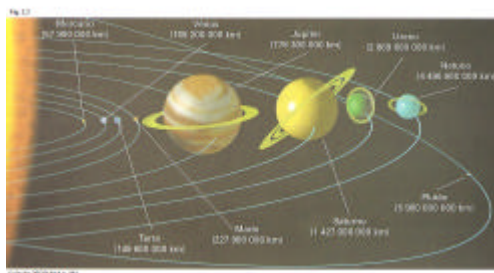


Figura 11 – Planetas do Sistema Solar alinhados

Há um alinhamento dos planetas do Sistema Solar. Não existe nenhum aviso sobre este posicionamento não ser correto. Além disso, a legenda não avisa sobre o uso de cores-fantasia.

Fonte: Coleção 25COL04, volume 4, p. 163.

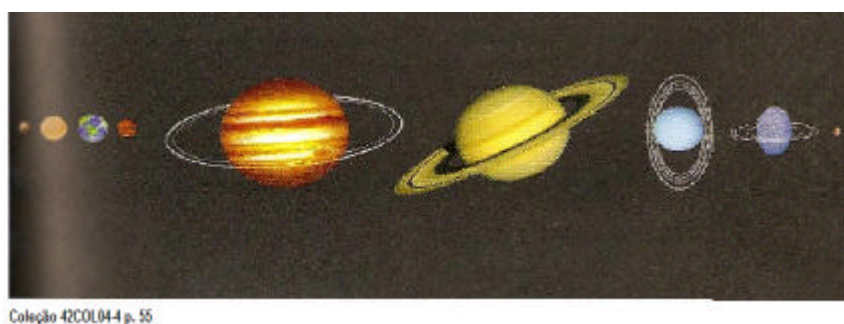


Figura 12 – Planetas do Sistema Solar alinhados

Há um alinhamento dos planetas do Sistema Solar. Não existe nenhum aviso sobre este posicionamento não ser correto. Além disso, a legenda não avisa sobre o uso de cores-fantasia.

Fonte: Coleção 42COL04, volume 4, p. 55.

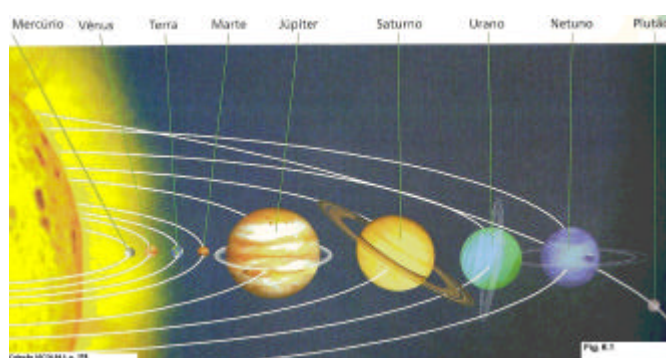


Figura 13 – Planetas do Sistema Solar alinhados

Há um alinhamento dos planetas do Sistema Solar. Não existe nenhum aviso sobre este posicionamento não ser correto. Além disso, a legenda não avisa sobre o uso de cores-fantasia, a ausência de proporção entre as órbitas e os diâmetros dos planetas.

Fonte: Coleção 55COL04, volume 1, p. 218.



Figura 14 – Planetas do Sistema Solar alinhados

Há um alinhamento dos planetas do Sistema Solar. Não existe nenhum aviso sobre este posicionamento não ser correto. Além disso, a legenda não avisa sobre o uso de cores-fantasia. E nota-se a ausência de anéis nos planetas Júpiter, Urano e Netuno.

Fonte: Coleção 68COL04, volume 1, p. 6.

Um problema encontrado nas ilustrações presentes nos livros didáticos analisados diz respeito à falta de cuidado com alguns conceitos. Por exemplo, em uma ilustração presente no volume 4 da coleção 86COL04 há a representação do conceito de força gravitacional. Entretanto, as setas que representam os vetores não possuem o mesmo tamanho. Tal equívoco poderá causar no aluno a sensação de que a interação entre os corpos não possui a mesma intensidade.

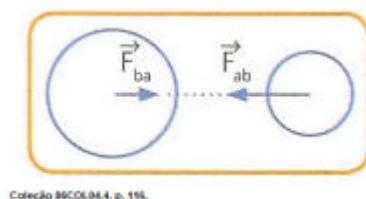


Figura15 – Setas que representam a força gravitacional entre dois corpos

As setas que representam o par de forças de ação e reação não possuem o mesmo comprimento.

Fonte: Coleção 86COL04, volume 4, p. 116.

E, por fim, na análise das imagens presentes nos livros didáticos aprovados no PNLD 2008, encontramos cartas celestes onde a curva que representa a eclíptica completamente errada, não estando sobre as constelações zodiacais.



Figura 16 – Linha da eclíptica fora de posição na carta celeste

A curva que representa a eclíptica está fora de posição, passando longe das constelações zodiacais.

Fonte: Coleção 119COL04, volume 3, p. 132.

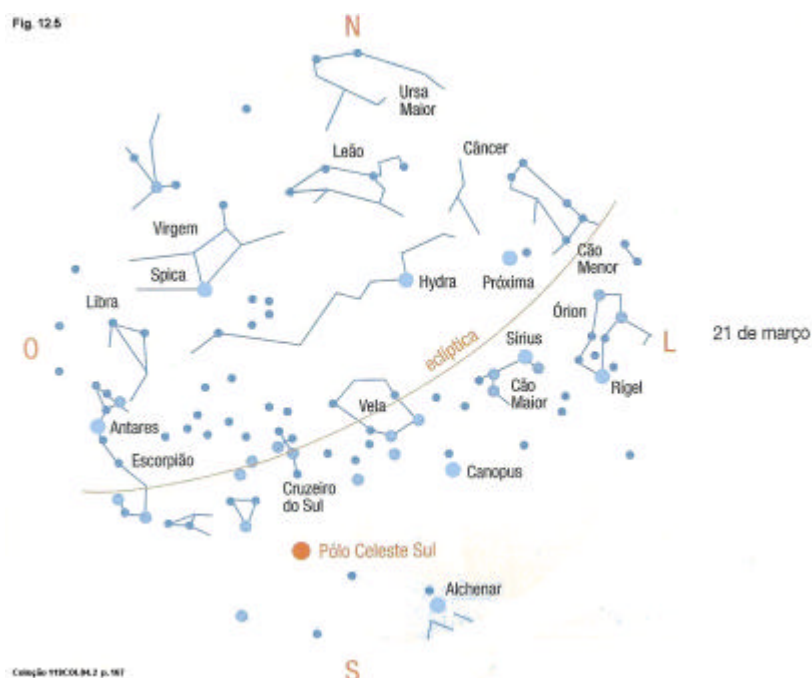


Figura 17 – Linha da eclíptica fora de posição na carta celeste

A curva que representa a eclíptica está fora de posição, passando longe das constelações zodiacais. Além disso, o pólo celeste Sul não se encontra acima do pólo Sul geográfico.

Fonte: Coleção 119COL04, volume 2, p. 167.

Pesquisa, experimentação e prática

Motivar e orientar os alunos para atividades experimentais ligadas à Astronomia é importante. Nos livros analisados, apenas três apresentam uma motivação à observação prática. E, infelizmente, só duas coleções (25COL04 e 68COL04) preocuparam-se em alertar os alunos sobre o risco de olhar para o Sol sem proteção e apenas a primeira recomendou o uso de filtro de solda número 15 para fazê-lo com segurança.

Os gráficos 6 e 7 apresentam a quantidade de atividade propostas nos livros relacionadas a elementos da Astronomia. Vários volumes apresentam atividades experimentais com bolas de isopor e lanternas para a demonstração das estações do ano ou para a sucessão de dias e noites em nosso planeta. É freqüente também a atividade de construção de gnômons e relógios solares. Não incluímos em nosso trabalho atividades presentes em manuais para os professores, já que os alunos não têm acesso a eles.

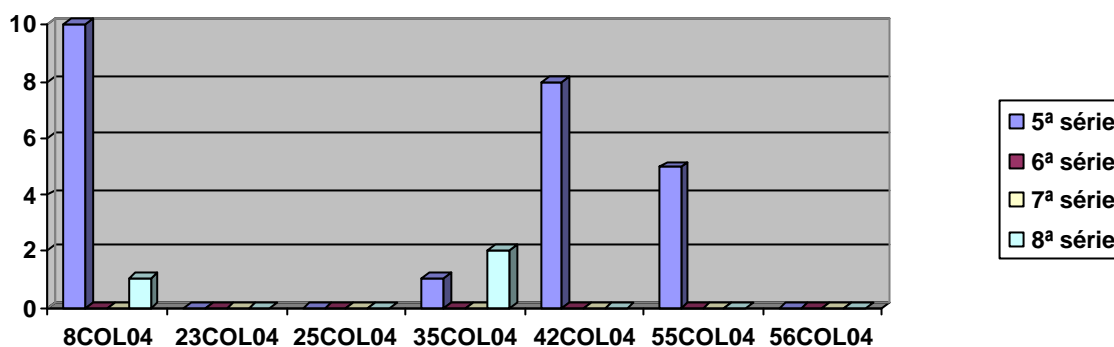


Gráfico 6 – Quantidade de atividades experimentais presentes nos livros didáticos com elementos de Astronomia.

Org.: Amaral e Quintanilha (2008).

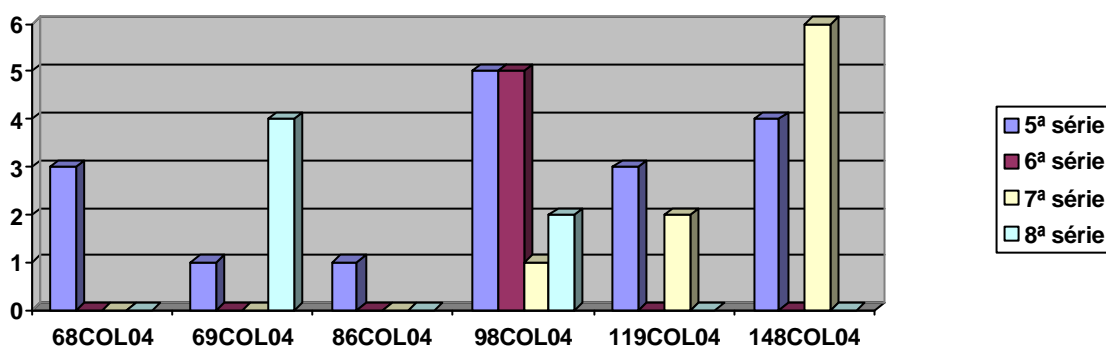


Gráfico 7 – Quantidade de atividades experimentais presentes nos livros didáticos com elementos de Astronomia.

Org.: Amaral e Quintanilha (2008).

Erros

Por fim, relacionamos os erros conceituais que ainda surgem numa análise mais profunda dos livros didáticos. Esse aspecto já foi abordado em artigos de Bizzo (1996), Trevisan (1997), Canalle (1997) e Leite e Hosoume (2005), entre outros e visam alertar os autores e as editoras para que esses erros sejam excluídos dos livros didáticos brasileiros.

Para a construção da tabela 5, usamos os erros conceituais relacionados em um artigo de Langhi e Nardi (2007). Os autores realizaram um levantamento sobre os erros conceituais mais comuns acerca do tema encontrados em livros didáticos

de Ciências das séries finais do ensino fundamental. Entre eles, encontram-se problemas relativos a conteúdos sobre:

- as estações do ano – os livros apresentam datas fixas para o início de cada estação (21/12 para verão, 23/3 para outono, 21/6 para inverno e 23/9 para primavera, no hemisfério Sul). Além disso, os autores utilizam ilustrações com órbitas da Terra exageradamente elípticas, o que favorece a concepção dos alunos de que é a variação da distância da Terra ao Sol no decorrer do ano a causa das alternâncias de estações;
- a Lua e suas fases – alguns livros afirmam que não é possível ver a Lua no céu quando ela está na fase nova. Outra concepção que os livros disseminam é que a Lua só possui quatro fases (cheia, quarto minguante, nova e quarto crescente), permanecendo cada uma no céu durante sete dias;
- os movimentos e inclinação da Terra – os livros apresentam o conceito incompleto de que a Terra possui apenas dois movimentos, rotação e translação, não alertando para o fato de que o movimento é único e que pode ser decomposto em vários componentes. Outra informação incompleta que é dada pelos livros diz respeito à inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao plano da órbita. Nos textos ou legendas afirma-se apenas que há uma inclinação de $23,5^\circ$, mas sem o esclarecimento do referencial usado e em qual direção;
- as constelações – os livros apresentam as constelações como agrupamento de estrelas sem deixar claro que elas podem estar fisicamente distantes umas das outras. Não há, também, por parte dos autores, a preocupação de esclarecer que as constelações são áreas mais amplas do que os desenhos construídos pelas estrelas. Segundo Boczko (1996), “constelação é um conjunto convencional de estrelas ao qual se associou uma figura real ou mitológica. As estrelas de uma constelação podem estar, linear ou angularmente, muito distantes uma das outras”;
- as escalas e as cores-fantasia – as legendas das figuras e dos diagramas não alertam os alunos que as imagens estão fora de escala e que a imagem mostrada não é uma fotografia e por isso as cores usadas são arbitrárias;

- o número de satélites – os textos dos livros didáticos não esclarecem que o número de satélites dos planetas jovianos (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno) poderá aumentar por causa das descobertas de sondas espaciais que os programas espaciais têm mandado para explorá-los. Alguns livros ainda afirmam que Júpiter possui 16 satélites, quando o número confirmado até a defesa desta dissertação encontra-se em 63 satélites naturais, por exemplo;
- os anéis dos planetas jovianos – muitos livros ainda colocam que apenas Saturno possui anéis ao seu redor, apesar de encontrarmos em Júpiter, Netuno e Urano;
- Plutão ser o 9º planeta do Sistema Solar – mesmo que a decisão de classificar Plutão como um planeta-anão ter ocorrido em 24 de agosto de 2006, quando vários astrônomos e historiadores reunidos na XXVI Assembléia Geral da União Astronômica Internacional (UAI), em Praga, República Tcheca, aprovaram a nova definição, a maioria dos livros didáticos não atualizou a informação;
- a constelação do Cruzeiro do Sul – a utilização da constelação do Cruzeiro do Sul para localização geográfica é muito explorada pelos autores. Entretanto, as informações aparecem de forma incompleta e, por vezes, incorreta. Pode-se dizer que um aluno, ao tentar localizar-se usando as instruções dadas pelos livros, encontrar-se-á completamente perdido;
- o limite do Sistema Solar encontra-se em Plutão – os textos e as imagens usadas nos livros estabelecem que o Sistema Solar terminaria em Plutão, não tratando nem da localização nem do papel da Nuvem de Oort ou do Cinturão de Kuiper, por exemplo;
- a inexistência do Cinturão de Asteróides – alguns livros, ao tratarem dos astros que compõem o Sistema Solar, esquecem da existência do Cinturão de Asteróides entre as órbitas de Marte e Júpiter;
- mitos sobre cientistas – torna-se difícil modificar a concepção que muitos alunos possuem de que a Ciência é feita de acasos e “descobertas milagrosas” quando textos em livros didáticos apresentam a idéia da Lei da Gravitação Universal de Newton ocorrendo após uma maçã ter caído em sua

cabeça ou que numa experiência realizada na Torre de Pisa, Galileu teria visto dois objetos de massas diferentes, largadas ao mesmo tempo, chegando ao chão ao mesmo tempo.

TABELA 5 – ERROS HISTORICAMENTE ENCONTRADOS NOS LIVROS DIDÁTICOS E PRESENTES NAS OBRAS AVALIADAS

| Erros mais comuns | 8COL04 | 23COL04 | 25COL04 | 35COL04 | 42COL04 | 55COL04 | 56COL04 | 68COL04 | 69COL04 | 86COL04 | 98COL04 | 119COL04 | 148COL04 |
|--|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| As estações do ano iniciam-se em datas fixas | | ✓ | | | | | | | | | | ✓ | |
| As estações do ano sendo consequência do afastamento ou aproximação da Terra em relação ao Sol durante o ano | | | | | | | | | | | | | |
| Ilustrações com órbitas elípticas muito acentuadas | | ✓ | | ✓ | | | | | | | | ✓ | |
| A fase da Lua nova não aparece no céu | | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | | ✓ | ✓ | |
| A Lua apresenta apenas quatro fases | | | | | | | | | | | ✓ | ✓ | |
| A Terra apresenta apenas dois movimentos: rotação e translação | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| A inclinação do eixo de órbita Terra não contém referencial | ✓ | | | | | | | | | | | ✓ | |
| As constelações são constituídas por estrelas próximas | | | | | | | | | | ✓ | | ✓ | |
| As constelações são apenas estrelas e não uma região do céu | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| As legendas das imagens não alertam sobre falta de escala | | | ✓ | | | | | | | | | ✓ | |
| As legendas das imagens não alertam sobre o uso de cores-fantasia | | | ✓ | | | | | | ✓ | | | ✓ | |
| A informação sobre o número de satélites não está atualizado e não esclarece a possibilidade de aumento de descobertas no futuro | | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | | | | ✓ | | |
| Imagens ou textos colocam que apenas Saturno possui anéis | | ✓ | | | ✓ | ✓ | | | | | | ✓ | ✓ |
| O livro mostra Plutão como o 9º planeta do Sistema Solar | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | ✓ |
| As informações sobre a constelação do Cruzeiro do Sul são limitadas ou incorretas | ✓ | ✓ | | | | | | | | ✓ | ✓ | ✓ | |
| O limite do Sistema Solar está em Plutão | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| As imagens apresentam os planetas alinhados | | ✓ | ✓ | | | ✓ | | | | | | | |
| Imagens ou textos não mostram o Cinturão de Asteróides | | ✓ | | | | ✓ | | | | | | | ✓ |
| Textos apresentam mitos sobre cientistas | | | | | | | | | | ✓ | | | ✓ |

Além dos erros conceituais historicamente reconhecidos, os livros didáticos aprovados pelo PNL D 2008 ainda apresentaram diversos outros problemas. Apresentamos, a seguir, uma série de comentários a respeito dos textos presentes nas diversas coleções.

Coleção 8COL04

Volume 4

Ao afirmar que “O Cruzeiro do Sul é uma constelação visível apenas por quem vive no hemisfério sul e serve para orientação...” (p. 46), as autoras desconhecem o fato de que a constelação citada, quando está em sua culminação superior, ser vista até em latitudes do hemisfério Norte (SOBREIRA, 2002).

Um dado que pode gerar, no mínimo, uma dúvida está na afirmação: “Um fato interessante a respeito dessa inclinação é que, sendo ela de $23,26^\circ$, o Sol só fica “a pino” nas localidades que se situam entre as latitudes $23^\circ 26'N$ e $23^\circ 26'S$.” (p. 48). Sem um esclarecimento maior, os alunos podem entender que isto ocorre durante o ano todo.

As autoras afirmam que “O Sistema Solar é um conjunto de vários astros: **dez** planetas, aproximadamente 61 satélites, um conjunto de asteróides e muitos cometas.” (p. 127). Quando buscamos uma atualização de Plutão como um planeta-anão, o livro dá um passo atrás e afirma a existência de dez planetas presentes no Sistema Solar.

Coleção 23COL04

Volume 1

Os autores afirmam que “A Lua é o satélite natural da Terra e fica a **382.166 quilômetros** do nosso planeta.” (p. 80). Com esta informação ficaria inviável definir, por exemplo, apogeu e perigeu, já que a Lua não teria uma órbita elíptica e, portanto, estaria sempre à mesma distância da Terra.

Quando os autores afirmam que “Todos os corpos do Sistema Solar descrevem uma órbita em torno do Sol. Como isso acontece? Eles se mantêm reunidos porque gravitam em torno do Sol, ou seja, esse astro maior os atrai e os faz

seguir, **juntos**, o seu trajeto dentro da Via Láctea.” (p. 245) e a imagem acima do texto mostra os planetas alinhados, a conclusão natural dos alunos é que todos os planetas orbitam alinhados.

Um exemplo de mágica num texto sobre Astronomia é o que os autores criaram para descrever um eclipse lunar. “Já o eclipse lunar total ocorre quando a Terra fica exatamente entre o Sol e a Lua. Nesse caso, é a sombra da Terra que se projeta sobre a Lua, fazendo-a “sumir” do céu.” (p. 249). A Lua não some do céu. Ninguém perde a Lua num eclipse lunar quando ela encontra-se na sombra da Terra.

Volume 4

Ajudar o aluno a se perder. É isso que o texto sobre pontos cardeais desta coleção fará. Veja: “Está pronta a sua bússola caseira. Basta apenas marcar a ponta da agulha que indica o sentido norte. Faça isso orientando-se pelo nascer e pôr-do-sol, que indicam, respectivamente, o leste e o oeste.” (p. 185). Se o aluno tiver sorte, fará sua observação em um dos dois dias de equinócios e conseguirá marcar a direção Leste e a direção Oeste. Se não, ao localizar-se com sua bússola, correrá o risco de não chegar ao ponto pretendido.

Os autores definem asteróides como “pedaços de rochas que viajam no espaço.” (p. 73). Segundo Kepler e Saraiva (2004), “**Asteróides** são um grupo numeroso de pequenos corpos (planetas menores) com órbitas situadas na grande maioria no Cinturão Principal de Asteróides, entre as órbitas de Marte e Júpiter, a uma distância média da ordem de 2,8 unidades astronômicas (UA) do Sol.”. Ao definir asteróides apenas como pedaços de rochas que viajam no espaço, os autores simplificam muito um conceito, transmitindo, inclusive, uma generalidade que não acontece na prática.

Coleção 25COL04

Volume 1

Ao ler o texto “Em uma noite estrelada, em lugares escuros e pouco poluídos, você pode ver no céu uma faixa branca com grande concentração de estrelas. Essa faixa que vemos da Terra é uma pequena parte da Via Láctea, a galáxia onde está o

nosso planeta. Essa galáxia tem o mesmo nome da faixa observada no espaço: Via Láctea.” (p. 205), os alunos poderão ficar confusos quanto a idéia de o que é a Via Láctea. O texto sugere que duas coisas diferentes possuem o mesmo nome.

Alguns autores, Driver et al (1999) e Duarte (2005), por exemplo, alertam para o uso de modelos para explicar conceitos científicos. Os autores desta coleção utilizam um modelo “gastronômico” para explicar as órbitas planetárias. Veja: “Imagine que os planetas são azeitonas sobre uma pizza: o disco da pizza seria o plano da trajetória dos planetas e o Sol seria o centro do disco.” (p. 214). Com esse modelo, dificilmente o aluno romperá com suas concepções alternativas e construirá um conhecimento científico.

Nesta coleção, os autores também fazem mágica e somem com a Lua durante o eclipse lunar. Veja: “Outro tipo de eclipse, o eclipse lunar, acontece quando a Terra fica exatamente entre o Sol e a Lua. Nesse caso a sombra da Terra é projetada sobre a Lua, fazendo-a **sumir** total ou parcialmente do céu.” (p. 235).

Coleção 35COL04

Volume 1

Ao falar do dia marciano, os autores distinguem a definição de dia do conceito de rotação. “O dia marciano corresponde a, aproximadamente, 24 horas terrestres; esse é também o tempo que Marte leva para dar uma volta em torno de si mesmo.” (p. 70). Mas não seria o tempo de rotação de um planeta em torno de seu próprio eixo a definição de dia? Pelo texto, há duas definições.

Coleção 42COL04

Volume 1

A determinação da data da Páscoa é por si só confusa. Segundo Kepler e Saraiva (2004), “é o primeiro domingo depois da Lua Cheia que ocorre em ou logo após 21 de março, data fixada para o equinócio de primavera no hemisfério Norte.” e “nunca acontece antes de 22 de março nem depois de 25 de abril.”. Mas os autores dessa coleção provavelmente acreditam que sempre será no domingo de Páscoa que ocorrerá Lua cheia. O texto ainda relaciona o início do outono com a

comemoração da Páscoa, mesmo que esta data possa estender-se até 25 de abril, mais de um mês depois da entrada da nova estação. Perceba: “Por exemplo, a noite de domingo de Páscoa geralmente há um luar muito bonito, e ele sempre ocorre no início de outono no hemisfério Sul.” (p. 24).

Coleção 55COL04

Volume 4

Os autores colocam um texto tratando das viagens até Marte. Mas há uma incorreção quanto à amplitude térmica que poderia ocorrer no Planeta Vermelho, além de não ser exato quanto à latitude que tal amplitude ocorreria. Veja: “Há ainda que se considerar outros problemas, como a inadequação da atmosfera de Marte às condições da vida humana, [...] a variação de temperatura a que os astronautas estariam submetidos diariamente, de 0°C a -70°C, entre outros.” (p. 222). Kepler e Saraiva (2004) apresentam os seguintes dados sobre as temperaturas de Marte:

| | |
|---|--------|
| Temperatura mínima na superfície | -140°C |
| Temperatura média na superfície | -63°C |
| Temperatura máxima na superfície | 20°C |

mostrando ser mais que o dobro a amplitude térmica apresentada na coleção.

Coleção 56COL04

Volume 1

Aspectos histórico-filosóficos da Astronomia são raros em livros didáticos. E quando aparecem estão cheios de sentidos comuns que deveriam ser retirados e não reforçados. Um exemplo disso encontra-se nesta coleção: “Nicolau Copérnico propunha que a Terra e os demais planetas é que giravam em torno do Sol. Era o heliocentrismo. Ele estava certo.” (p. 16). Estava certo quanto ao quê? A teoria copernicana é mais extensa do que esta afirmação e trata, inclusive, de uma posição do Sol no centro do Universo, o que atualmente não é mais aceito.

Coleção 68COL04

Volume 1

Nesta coleção, os autores afirmam que “As estrelas podem ser classificadas por suas cores: as brancas ou azuis são estrelas que estão na fase inicial da sua evolução; as vermelhas se encontram na fase final.” (p. 5). Atualmente as estrelas são classificadas **em função decrescente da temperatura**, e segundo Kepler e Saraiva (2004) como

| | |
|----------|---|
| O | estrelas azuis, com $T_{ef} = 20\ 000$ a $35\ 000$ K, apresentam linhas de HeII (hélio uma vez ionizado) e ultravioleta forte. |
| B | estrelas branco-azuladas, com $T_{ef} = 15\ 000$ K, com linhas de HeI . |
| A | estrelas brancas, com $T_{ef} = 9000$ K, com linhas de HI forte . |
| F | estrelas branco-amareladas, com $T_{ef} = 7000$ K, com linhas de metais observadas. |
| G | estrelas amarelas, com $T_{ef} = 5500$ K, como o Sol, com fortes linhas de metais e HI fraco. CaI (H e K) fortes . |
| K | estrelas alaranjadas, com $T_{ef} = 4000$ K, com linhas metálicas dominantes . Contínuo azul fraco. |
| M | estrelas vermelhas, com $T_{ef} = 3000$ K, com bandas moleculares (TiO) muito fortes . |

Percebe-se, então, que as cores estão relacionadas às temperaturas e não à idade das estrelas.

Outra confusão que esta coleção apresenta diz respeito às informações sobre Mercúrio. Os autores colocam que “A duração do ano em Mercúrio é menor do que a duração do seu dia.” (p. 8). Há um engano, já que o dia e o ano em Mercúrio, segundo Kepler e Saraiva (2004) é

| | |
|----------------------------------|---------|
| Período de rotação (dias) | 58,6462 |
| Período orbital (dias) | 87,969 |

Provavelmente os autores queriam salientar este fato (o ano ser menor que o dia), mas trocaram Vênus por Mercúrio. Em Vênus realmente temos o ano com 224 dias e o dia tendo 243 dias terrestres.

Os autores da coleção também cometeram um equívoco quanto à etimologia de um termo astronômico: “A palavra **equinócio** significa “duração igual”, ou seja, a duração do dia é igual à duração da noite.” (p. 13). Segundo o American Heritage

Dictionary (1991), o termo equinócio vem do latim *aequi+noctium: aequus*, igual + *nox*, noite, portanto significa “noite igual”. Esta troca dificulta o entendimento do fenômeno, que seria facilitado pela informação correta.

Quando comparamos as dimensões de um planeta, é necessário esclarecer se tratamos de volume, raio, massa, etc. A coleção apresenta a seguinte informação: “A Lua está a cerca de 380.000 km da Terra e é quase 50 vezes menor que a Terra.” (p. 14). Mas ela refere-se a qual grandeza física?

Coleção 119COL04

Volume 1

As autoras colocam a informação correta “Oficialmente o dia começa às **00:00 hs** (meia-noite), mas na prática é comum dizermos que o dia começa quando o sol nasce.” (p. 149). Entretanto, a representação do horário é feita de forma incorreta (00:00), além de ter um erro na grafia para pluralização dos símbolos das unidades do Sistema Internacional, já que os símbolos dessas unidades permanecem inalterados no plural (ROCHA-FILHO, 1988).

Volume 2

As autoras confundem os alunos quando descrevem um telescópio refletor chamando-o de telescópio refrator: “O telescópio tipo refrator possui uma objetiva constituída por um espelho côncavo que concentra os raios de luz que refletem. Tem ainda um espelho secundário e uma lente, a ocular.” (p. 166).

Volume 3

As autoras perpetuam no texto deste volume a concepção errônea de que não houve produção científica na Idade Média: “Na Idade Média (séculos V a XV) a Humanidade manteve-se em profundo “sono científico”. Nessa época só havia lugar para bruxas, peste, e a Igreja dominou o parco conhecimento produzido.” (p. 113).

A explicação para as fases da Lua dadas neste volume leva os alunos a acreditarem que é a inclinação do plano de órbita da Lua em relação ao plano de órbita da Terra a responsável pelo fenômeno: “As fases da Lua acontecem porque as órbitas da Terra e da Lua não estão, sob condições normais, no mesmo plano. Há

uma diferença de cerca de 5° de inclinação entre a órbita da Lua em relação a da Terra.” (p. 138). Esta explicação é válida apenas para justificar o fato de não termos, neste planeta, um eclipse a cada 15 dias.

Coleção 148COL04

Volume 4

Os autores fazem uma afirmação inexata sobre a atração gravitacional: “A maioria dos corpos que estão na região da superfície dos planetas é atraída por eles por interação gravitacional.” (p. 17). Aqui temos dois problemas: o primeiro diz respeito ao fato de que existem corpos que não possuem atração gravitacional com outros corpos; o segundo problema decorre da possibilidade do aluno acreditar que a interação gravitacional só ocorrer nas superfícies dos planetas e com isso, relacionar a atração gravitacional com a presença de gravidade e seu limite de atuação poderia coincidir com o “fim” da atmosfera (TEODORO, 2000 e NARDI; CARVALHO, 2001).

Podemos perceber, através desse estudo, que ainda existem no mercado editorial brasileiro vários livros didáticos adotados pelas escolas públicas e particulares que não estão de acordo com a proposta dos PCN. Além disso, esses livros possuem vários (e sérios) erros conceituais ligados a elementos da Astronomia que permanecem mesmo depois dos alertas dados por vários pesquisadores em artigos, dissertações e teses.

Percebemos os avanços ocorridos com o papel do MEC em avaliar os livros didáticos brasileiros através do seu Programa Nacional do Livro Didático. Entretanto, quando fazemos um estudo exclusivo dos conteúdos de Astronomia, vemos como o caminho ainda é longo em direção a uma melhor qualidade de tais publicações.

Capítulo 3

Construindo as Bases de uma Nova Abordagem

A busca pelo estabelecimento de fundamentos para a construção de uma nova abordagem dos conteúdos de Astronomia no Ensino Fundamental reivindica uma leitura plural do processo de ensino-aprendizagem sob a óptica de diferentes dimensões constitutivas. O recorrente reducionismo na análise do processo educativo cria a ilusão de que determinada dimensão isoladamente pode ser capaz de dar conta da construção de materiais de ensino minimamente adequados.

Neste sentido buscamos o estabelecimento de três dimensões constitutivas do processo de ensino-aprendizagem, intrinsecamente complementares, a serem abordadas, com o objetivo de estabelecermos as bases de uma nova abordagem, a saber, as dimensões ***Pedagógica, Epistemológica e Cognitiva***.

3.1 A Dimensão Pedagógica

“Sendo o diálogo uma relação eu-tu, é necessariamente uma relação de dois sujeitos. Toda vez que se converte o “tu” desta relação em mero objeto, ter-se-á pervertido e já não se estará educando, mas deformando.”

-P. Freire (FREIRE, 1979, p. 78-79)-

Na dimensão pedagógica, Paulo Freire (1921-1997) será a bússola que nos orientará no entendimento do papel do professor no processo educativo. Distanciando-se do iluminismo pedagógico e cultural o qual exige apenas a quantidade de conteúdos curriculares, Freire segue o caminho da pedagogia dialógico-problematizadora, baseada na qualidade e na transformação crítica da realidade.

É comum entender o processo educativo como uma ferramenta que proporciona a substituição de uma forma de conhecimento por outra. O sujeito que

nada sabe, ou sabe pouco, encontra no ambiente escolar, por exemplo, maneiras de “completar o tanque”, ou dito de uma forma acadêmica, a escola é responsável por levar, transferir, entregar, ou até depositar, algo a alguém. E as salas de aula refletem esse pensamento. Lá, professores são vistos como sujeitos da aprendizagem, o personagem principal, e os alunos são os objetos, os coadjuvantes.

O cenário acima descrito encontra-se, segundo Paulo Freire, mais diretamente vinculado à idéia de extensão, domesticação, submissão ou resignação do que a uma atividade educativa, pedagógica, de comunicação. Para ele, “o homem deve ser o sujeito de sua própria educação. Não pode ser o objeto dela. Por isso ninguém educa ninguém” (FREIRE, 1979, p. 28).

Negando uma concepção bancária de educação, a qual pretende apenas depositar os conteúdos em mentes ignorantes, mostraremos na Dimensão Pedagógica que

O conhecimento, pelo contrário, exige uma presença curiosa do sujeito em face do mundo. Requer sua ação transformadora sobre a realidade. Demanda uma busca constante. Implica em invenção e em reinvenção. Reclama a reflexão crítica de cada um sobre o ato mesmo de conhecer, pelo qual se reconhece conhecendo e, ao reconhecer-se assim, percebe o “como” de seu conhecer e os condicionamentos a que está submetido seu ato.

Conhecer é tarefa de sujeitos, não de objetos. E é como sujeito e somente enquanto sujeito, que o homem pode realmente conhecer.

Por isso mesmo é que, no processo de aprendizagem, só aprende verdadeiramente aquele que se apropria do aprendido, transformando-o em apreendido, com o que se pode, por isso mesmo, reinventá-lo; aquele que é capaz de aplicar o aprendido-apreendido a situações existenciais concretas.

Pelo contrário, aquele que é “enchido” por outros de conteúdos cuja inteligência não percebe; de conteúdos que contradizem a forma própria de estar em seu mundo, sem que seja desafiado, não aprende.

Para isto, é necessário, na situação educativa, educador e educando assumam o papel de sujeitos cognoscentes, mediatizados pelo objeto cognoscível que buscam conhecer. A nada disto nos levam a pensar o conceito de extensão.

Esta é a razão pela qual, se alguém, juntamente com outros, busca realmente conhecer, o que significa sua inserção nesta dialogicidade dos sujeitos em torno do objeto cognoscível, não faz extensão, enquanto que, se faz extensão, não proporciona, na verdade, as condições para o conhecimento, uma vez que sua ação não é outra senão a de estender um “conhecimento” elaborado aos que ainda não o têm, matando, deste modo, nestes, a capacidade crítica para tê-lo.

No processo de extensão, observado do ponto de vista gnosiológico, o máximo que se pode fazer é mostrar, sem revelar ou desvelar, aos indivíduos, uma presença nova: a presença dos conteúdos estendidos. (FREIRE, 1977, p. 27-28)

Estamos, portanto, diante de uma nova relação com o conhecimento, aquela em que o indivíduo se insere como agente do processo educativo. De modo semelhante a G. Bachelard e L. Vygotsky, Freire enfatiza o papel fundamental que possuem as vivências das pessoas em seus ambientes naturais, que resultam em saberes, culturas e valores que constituem os conhecimentos espontâneos ou prévios. Segundo ele, temos que aprender a reconhecer, captar o saber popular e a educação deve buscar sempre entender/reconhecer a realidade em que e com que estão os homens, e as relações que estabelecem entre si (homem-mundo-homem), já que “não há, por isto mesmo, possibilidade de dicotomizar o homem do mundo, pois que não existe um sem o outro” (FREIRE, 1977, p. 28). Agindo sobre o mundo, o sujeito aprende pensando, compreendendo ativamente os conflitos que se apresentam, rompendo com eles e reestruturando os objetos do conhecimento.

Para podermos romper com o conhecimento pré-escolar, que se encontra no domínio da mera opinião e que foi constituído na realidade concreta, histórico-cultural que se acham os indivíduos, e chegarmos ao conhecimento científico, é fundamental confrontar a realidade num processo de ação e reflexão, descobrindo as inter-relações verdadeiras dos fatos percebidos. Mas não é uma tarefa fácil. Os alunos criam um “cordão umbilical” com o seu mundo cultural, e que se torna difícil de romper.

Freire reconhece que

[...] a substituição de procedimentos mágicos por técnicas “elaboradas”, envolve o cultural, os níveis de percepção que se constituem na estrutura social; envolve problemas de linguagem que não podem ser dissociados do pensamento, como ambos, linguagem e pensamento, não podem sê-lo da estrutura. [...] É tentar superar o conhecimento preponderantemente sensível por um conhecimento, que, partindo do sensível, alcança a razão da realidade.

Quanto mais alguém, por meio da ação e da reflexão, se aproxima da “razão”, do “logos” da realidade, objetiva e desafiadora, tanto mais, introduzindo-se nela, alcançará o seu desvelamento. (FREIRE, 1977, p. 33)

Propor um processo pedagógico desconhecendo a realidade do educando ou não a considerando na totalidade é impossível para o educador. Integrar os conteúdos científicos, problematizando-os dentro do universo particular dos alunos, através de uma relação comunicativa, gerará um referencial educacional baseado em uma pedagogia dialógico-problematizadora.

A educação é um processo de comunicação, feita através do mesmo sistema de signos lingüísticos utilizados cotidianamente. Até o pensamento se dá na comunicação. Por isso, ele possui uma dupla função: cognoscitiva e comunicativa. E para que a comunicação se estabeleça, “é indispensável ao ato comunicativo, para que este seja eficiente, o acordo entre os sujeitos, reciprocamente comunicantes.” (FREIRE, 1977, p. 67). A comunicação é elemento fundamental, pois é ela que transforma seres humanos em sujeitos.

Criar um diálogo problematizador em sala de aula, segundo Freire, diminui a distância entre a expressão comunicativa do professor e a percepção dos alunos em torno do significado. Mais, para ele, “a educação é comunicação, é diálogo, na medida em que não é a transferência de saber, mas um encontro de sujeitos interlocutores que buscam a significação dos significados.” (FREIRE, 1977, p. 69). A co-participação no processo dialógico-problematizador fica estabelecida. Com isso, o papel da realidade vivenciada pelo educando se sobressai, fazendo emergir a colaboração, a união, a organização e uma síntese cultural.

Que aluno se interessaria por conteúdos que não fazem parte de sua realidade? O educador não precisa tratar de um conteúdo desnecessário. Ele precisa “fazer do fato concreto ao qual se refira o conhecimento (expresso por signos lingüísticos) objetos de compreensão mútua”. (FREIRE, 1977, p. 70)

A conscientização só ocorre quando o fato for inserido, de forma crítica, num sistema de relações da realidade que o gerou, superando-se e aprofundando-se nela. E esse processo não tem um caráter individual. É uma atividade socializada.

A tarefa do professor é de mediar a problematização dos assuntos e não dissertar sobre eles, entregá-los como se estivessem acabados. Esse trabalho exige comprometimento. O educador deve ser capaz de agir e refletir, reconhecendo-se no mundo, em sua complexidade e em sua globalidade, admirando-o para transformá-lo

e, assim, tornar-se um ser da práxis. Papel este que, sendo crítico, gerará um compromisso verdadeiro. A problematização do homem-mundo deve estar inserida em situações concretas. Num processo cíclico, deve sair da realidade e voltar à ela. Inicialmente, o conteúdo deve ser partido e “admirado”. A partir daí, vai-se integrando a um todo maior na consciência do educando e do educador até tornar-se parte de uma totalidade. E “é transformando a totalidade que se transformam as partes e não o contrário.” (FREIRE, 1979, p. 21). A problematização é um instrumento eficiente para gerar e sustentar o processo educativo. Através dele podemos reconhecer um problema, estimular o interesse, o debate e a busca de soluções, de forma conjunta entre educador e educando, facilitando, assim, comparações com outras situações e o surgimento de novas soluções.

E pode aparecer a questão: como organizar o conteúdo programático desta educação? Conhecendo previamente as aspirações, os níveis de percepção, a visão de mundo dos educandos. Com isso em mãos, organizar-se-á o conteúdo programático a partir de “um conjunto de temas geradores sobre os quais educador e educando, como sujeitos cognoscentes, exercerão a cognoscibilidade” (FREIRE, 1977, p. 87).

A escolha dos temas geradores implica numa pesquisa. A pesquisa necessita de uma metodologia dialógico-problematizadora e conscientizadora. Ambas sendo parte de um mesmo processo. No momento que os temas geradores iniciais sejam internalizados conscientemente, surgirão outros temas, ampliando sistematicamente os conteúdos, numa atividade educativo-gnosiológica democrática. Esse processo mostra que a ordenação dos temas geradores poderá variar conforme cada situação e que um tema “puxará” outro, isto é, responderá a outro, constituindo uma cadeia de conteúdos ilimitada. O educador, em vez de dar as respostas prontas para os educandos, deve procurar problematizar as situações, estimulando a aquisição das respostas. A ação do educador é de mediador, não de facilitador. Por isso, os temas geradores tornar-se-ão mais complexos a cada encontro.

A apreensão de conhecimentos científicos, gerados a partir de uma reflexão sobre o porquê e como, podem substituir os conceitos prévios dos educandos e será traduzida numa educação duradoura, já que o processo engloba a ação e a reflexão. Para Freire, “a educação não é um processo de adaptação do indivíduo à

sociedade. O homem deve transformar a realidade para ser mais” (FREIRE, 1979, p. 31). O processo educativo deve ser desinibidor, estimulando a opção e reafirmando o homem como homem.

3.2 A Dimensão Epistemológica

“Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído.”

-G. Bachelard (BACHELARD, 1996, p. 18)-

A epistemologia histórico-crítica de Gaston Bachelard (1884-1962) surge como tentativa de captação do conteúdo epistemológico que uma compreensão pedagógica do processo de ensino-aprendizagem referenciada em Paulo Freire pode conter. Nessa direção, os conceitos de *ruptura* e *obstáculo epistemológico*, tomados como base na discussão do conhecimento científico em Bachelard serão utilizados como categorias essenciais a serem consideradas no processo de ensino-aprendizagem da Física.

Caracterizada epistemologicamente como um domínio de pensamento que promove uma ruptura com o conhecimento vulgar e, portanto, diferente daquele que nos fornece a opinião, a Ciência só pode existir ao preço de rupturas e superação de obstáculos. Diz-nos Bachelard (1996):

A ciência, tanto por sua necessidade de coroamento como por princípio, opõe-se absolutamente à opinião. Se, em determinada questão, ela legitima a opinião, é por motivos diversos daqueles que dão origem à opinião; de modo que a opinião está, de direito, sempre errada. A opinião pensa mal; não pensa: traduz necessidades em conhecimentos. Ao designar os objetos pela utilidade, ela se impede de conhecê-los. Não se pode basear nada na opinião: antes de tudo é preciso destruí-la. Ela é o primeiro obstáculo a ser superado. (BACHELARD, 1996, p. 18)

A dimensão epistemológica nos auxilia a compreender a relação entre sujeito e objeto na construção do conhecimento científico. Tal relação, em sala de aula,

costuma ser, em muitos momentos, empirista – a qual supõe uma produção de conhecimento linear, cumulativa, obtida através de um método científico com o qual se descobre a realidade dos fenômenos a partir única e exclusivamente deles próprios (DELIZOICOV, 1996, p. 183).

É numa perspectiva anti-empirista que Gaston Bachelard propõe através de seu modelo interpretativo para o ato gnosiológico, uma compreensão epistemológica da Ciência, onde a experiência, organizada racionalmente subverte a epistemologia positiva do dado imediato das sensações primeiras.

Para isto, Bachelard caracteriza como *conhecimento comum* àquele que o indivíduo traz consigo derivado de sua relação primeira com o mundo. O saber comum é substancialista: é imediato, verbal, realista, empírico. Seu caráter temporário é percebido, pois “a experiência comum não é de fato construída; no máximo, é feita de observações justapostas [...]”. (BACHELARD, 1996, p. 14). Explicita-se assim, a fragilidade da experiência comum que, não sendo construída, não pode, como afirma Bachelard, ser efetivamente “verificada”.

É claro que não se trata de menosprezar, ou até mesmo desconhecer, aqueles conhecimentos que o indivíduo inevitavelmente reúne em sua interação com o mundo. As situações vividas fora da sala de aula criaram e criam explicações e conceitos que interferem no processo de ensino-aprendizagem de Ciências Naturais. No caso dos conceitos ligados à Astronomia, alguns autores (PINO et al, 2004; MALUF, 2000; LANGHI; NARDI, 2007) procuraram mapear os conhecimentos comuns que por eles têm sido chamados também por senso comum, cultura primeira, concepções prévias ou alternativas, representações sociais, mundo vivido, entre outros. Pedagogicamente, devemos entender qual o tratamento que devemos dar a esse tipo de conhecimento, tendo em vista, se nos amparamos na epistemologia de Bachelard, a fragilidade dos mesmos. E aqui a resposta pode bem ser encontrada na noção de **Ruptura** proposta por Bachelard, momento no qual uma idéia construída racionalmente estabelece novos referenciais de análise para a compreensão dos fenômenos, em contraposição frontal àqueles colhidos a partir das chamadas experiências primeiras. Em auxílio a esta idéia, Bachelard afirma que “o conhecimento do real é luz que sempre projeta algumas sombras” (BACHELARD, 1996, p.17) e que, portanto, “o real nunca é ‘o que se poderia achar’ mas é sempre o que se deveria ter pensado” (BACHELARD, 1996, p.17). Do ponto de vista pedagógico, o desafio se coloca na construção de estratégias que os materiais de

ensino devem necessariamente considerar e incorporar, para o desempenho dessa tarefa de promoção de rupturas.

Outra noção de grande relevância colhida na epistemologia de Bachelard e que desempenha um papel central para a compreensão epistemológica do processo de ensino-aprendizagem é a de **Obstáculo Epistemológico**. Segundo Bachelard (1996),

Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que é em termos de *obstáculos* que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, *lentidões* e *conflitos*. É aí que mostraremos causas de inércia às quais daremos o nome de *obstáculos epistemológicos*. (BACHELARD, 1996, p.17, itálico nosso)

Nessa direção, o processo de ensino-aprendizagem deve buscar uma compreensão dessas *lentidões* e *conflitos*, que surgem como categoricamente afirma Bachelard, como “*uma espécie de imperativo funcional*” no ato de conhecer.

Referindo-se explicitamente ao âmbito da prática educacional, Bachelard denuncia o desconhecimento dessa noção ao afirmar que:

Acho surpreendente que os professores de ciências, mais do que os outros se possível fosse, não compreendam que alguém não compreenda. Poucos são os que se detiveram na psicologia do erro, da ignorância e da irreflexão. (...) Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. (BACHELARD, 1996, p. 23)

Essa dificuldade de não compreender a não compreensão alheia denuncia o desconhecimento mesmo dos meandros do ato de conhecer, que existem obstáculos inerentes a esse processo e que as rupturas pretendidas no enfrentamento dos conhecimentos construídos a partir das “experiências primeiras” reivindicam estratégias didático-pedagógicas específicas. Referindo-se ainda aos professores, ele afirma que

Não levam em conta que o adolescente entra na aula de Física com conhecimentos empíricos já construídos: não se trata, portanto, de

adquirir uma cultura experimental, mas sim de *mudar* da cultura experimental, de derrubar obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana. (BACHELARD, 1996, p. 23)

Ao situar a experiência primeira como o primeiro obstáculo epistemológico, e caracterizando-a como uma “experiência colocada antes e acima da crítica” (BACHELARD, 1996, p. 29), Bachelard explicita o papel dessa última, a *crítica*, como fundamental na sua epistemologia, integrando de maneira intrínseca o espírito científico.

O *conhecimento científico* é construído de forma árdua, através de um trabalho incessante que rejeita as primeiras intuições. Em oposição ao conhecimento comum, o conhecimento científico é não-imediato (mas histórico), não-verbal (mas matemático), não-realista (mas abstrato) e não-empirista (mas racionalista).

Em um primeiro momento, o obstáculo é construído em uma observação inicial dos indivíduos para os fenômenos, cujas explicações seriam pitorescas, concretas, naturais e fáceis, e sob essas condições, o aluno direcionaria sua interpretação dos mesmos. Com todas essas qualidades, o que parece ser um facilitador da cultura científica, torna-se um obstáculo.

Na medida em que o aluno acomoda-se nas teorias e explicações criadas por seu modelo pré-científico, as tentativas feitas pelo professor para suplantá-lo serão frustradas. Não se pode usar pontes para ligar esses dois conhecimentos – o comum e o científico – como se existisse uma ligação entre eles. Tais saberes não se encontram no mesmo domínio. Não há semelhança entre eles.

Lopes (1993), inclusive, constata que,

Na medida em que se crê na continuidade entre conhecimento comum e conhecimento científico, procura-se reforçá-la: busca-se considerar a ciência como uma atividade fácil, simples, extremamente acessível, nada mais que um refinamento das atividades do senso comum. Tal perspectiva, por sua vez, tende a ser a divulgação de uma falsa imagem da ciência, capaz de estimular processos de vulgarização excessivamente simplificadores, e por isso mesmo, crivados de equívocos. (LOPES, 1993, p. 256)

Percebendo que a teoria bachelardiana critica de modo enfático as ações didáticas que privilegiam apenas os resultados, torna-se necessário repensarmos o processo de ensino-aprendizagem levando-se em conta uma relação dialógica entre sujeito e objeto na construção do conhecimento científico.

3.3 A Dimensão Cognitiva

“[na criança] o desenvolvimento decorrente da colaboração via imitação, o desenvolvimento decorrente da aprendizagem é o fato fundamental. [...] Porque na escola a criança não aprende o que sabe fazer sozinha mas o que ainda não sabe fazer e lhe vem a ser acessível em colaboração com o professor e sob sua orientação.”

-L. Vygotsky (VYGOTSKY, 2001, p. 331)-

A psicologia histórico-cultural de Lev Vygotsky (1896-1934) abre as portas para o entendimento do desenvolvimento cognitivo do ser humano mediado pela interação social.

Diferentemente de outras teorias que postulam o desenvolvimento cognitivo como um produto do tipo de estágio do desenvolvimento de cada indivíduo, Vygotsky ancora seu estudo na bagagem histórico-cultural da sociedade. Para ele, o desenvolvimento cognitivo acontece num ambiente onde relações sociais convertem-se em funções mentais.

A dimensão cognitiva do processo ensino-aprendizagem da Física permite focalizar em que condições o processo ocorre. É possível analisar os papéis e os lugares que os participantes (alunos, professores) ocupam nas instituições encarregadas de ensinar, além de estabelecer o quê e como se ensinar.

Para entendermos como funciona o processo de desenvolvimento cognitivo humano na perspectiva vygotskyana, que leva em conta as interações sociais, devemos lembrar que tais interações ocorrem muito antes da aprendizagem escolar. As crianças adquirem determinadas experiências, ligadas a quantidades ou à língua materna, por exemplo, convivendo com os adultos, em atividades pré-escolares.

Assim, quando as crianças chegam ao ambiente escolar, portam uma pré-história que deve ser levada em conta. Entretanto, a existência dessa pré-história da aprendizagem não corresponde necessariamente a uma continuidade direta entre os conhecimentos cotidianos e os conhecimentos científicos, adquiridos na escola. Para Vygotsky, “a ausência de um sistema é a diferença psicológica principal que

distingue os conceitos espontâneos dos conhecimentos científicos” (VYGOTSKY, 1991, p. 99).

Nébias (1999) define conceitos espontâneos como sendo aqueles adquiridos sem uma organização consistente e sistemática, ao passo que os conceitos científicos são determinados por um sistema hierárquico de inter-relações, constituído de um conceito supra-ordenado e uma série de conceitos agregados.

Mas, para Vygotsky (2001),

O desenvolvimento dos conceitos científicos deve apoiar-se forçosamente em um determinado nível de maturação de conhecimentos espontâneos, que não podem ser indiferentes à formação de conceitos científicos simplesmente porque a experiência imediata nos ensina que o desenvolvimento de conceitos científicos só se torna possível depois que os conceitos espontâneos da criança atingiram um nível próprio do início da idade escolar. (VYGOTSKY, 2001, p. 261)

Entretanto ambos os conhecimentos, espontâneo e científico, constituem um processo de formação de conceitos, tendo a mesma natureza. Na prática, Vygotsky reconhece seu caráter complementar,

Considerações igualmente empíricas nos levam a reconhecer que a força e a fraqueza dos conceitos espontâneos e científicos no aluno escolar são inteiramente diversas: naquilo em que os conceitos científicos são fortes os espontâneos são fracos e vice-versa, a força dos conceitos espontâneos acaba sendo a fraqueza dos conceitos científicos. (VYGOTSKY, 2001, p. 263)

Como os conceitos espontâneos são adquiridos num ambiente pré-escolar, resultado das atividades cotidianas das crianças, apenas o compartilhamento desses conceitos com os adultos ou sujeitos mais capazes trará um verdadeiro sentido, pois os significados e explicações para suas atividades estão ligados ao universo histórico-cultural em que vivemos. Estabelecer um diálogo com os alunos durante o processo de ensino-aprendizagem fornecerá ao professor uma confrontação entre os conceitos espontâneo e científico, e ajudará a promoção do desenvolvimento de funções cognitivas mais complexas, como a linguagem e o pensamento, a atenção e a memória.

Tais funções têm origem em processos sociais e a conversão de um em outro não é feita diretamente. Existem instrumentos, signos e elementos do ambiente

humano carregados de significado cultural que são construídos nas relações entre as pessoas que fazem a mediação entre as relações sociais e as funções mentais superiores. E estes só serão internalizados quando houver um processo de reconstrução interna no indivíduo, transformando as atividades externas (interpessoal) em atividades internas (intrapessoal), mas que não pode ser visto com uma mera cópia dos conteúdos da realidade objetiva para dentro da consciência. O processo de internalização é mais complexo do que isso. Ele possui uma natureza semiótica, é constituída por signos.

O conceito a ser internalizado não se encontra num mundo concreto, palpável, mas num mundo abstrato da significação, podendo penetrar na consciência dos indivíduos ao mesmo tempo, mas não necessariamente da mesma forma.

Pino (2005), citando Vygotsky, entende que

O campo da significação não é algo homogêneo, mas que neles se delineiam áreas de maior estabilidade e unidade, como os significados socialmente instituídos, e áreas de maior instabilidade e diversidade, como é o caso do sentido que os significados culturais instituídos têm para indivíduos e grupos diferentes. (PINO, 2005 p. 19)

No processo de internalização dos significados culturais ocorre uma individualização dos mesmos, tornando-os significados próprios, versões dos primeiros, trazendo ao processo uma subjetividade importante à história privada de cada indivíduo e um pluralismo ideológico.

Para Vygotsky (1988), é com o processo de interiorização de instrumentos (algo que pode ser usado para fazer alguma coisa) e de sistemas de signos (algo que significa alguma coisa), que são produzidos culturalmente, que se dá o desenvolvimento cognitivo. O homem age sobre o meio ao mesmo tempo em que sofre a influência desse meio, tendo a linguagem como material concreto, além de elemento mediador, e a história como cenário de realizações, sendo ela própria elemento e também produto dessa interação.

Partindo do fato incontestável presente nas teorias cognitivas que esclarece a dependência entre a aprendizagem e o nível de desenvolvimento da criança, Vygotsky diferencia dois níveis para esse desenvolvimento. Em um deles, denominado nível do desenvolvimento efetivo (NDE) da criança, as funções psicointelectuais da criança surgem como resultado de um específico processo de

desenvolvimento já realizado. O NDE pode ser medido, por exemplo, em testes que determinam idade mental de crianças. Parece claro, entretanto, que apenas o NDE é insuficiente para determinar o nível de desenvolvimento da criança, pois duas crianças que tiveram sua idade mental estabelecida em sete anos poderão ter diferenças substanciais em testes posteriores por causa das diferentes experiências histórico-culturais de cada uma delas. Essas experiências geram nas crianças uma capacidade de imitação ilimitada e proporcionam uma superação dos limites de sua capacidade atual.

Vygotsky chama de zona de desenvolvimento proximal (ZDP) “a diferença entre o nível das tarefas realizáveis com o auxílio dos adultos e o nível de tarefas que podem desenvolver-se com uma atividade independente.” (VYGOTSKY, 1988, p. 112). Utilizando essa idéia, é possível determinar além de o desenvolvimento e a maturação conseguidos, os processos que ainda estão amadurecendo e desenvolvendo-se. Conseqüência direta dessa teoria é a idéia de que o ensino deve seguir um caminho baseando-se na etapa já vencida, no desenvolvimento já conseguido: “o único bom ensino é o que se adianta ao desenvolvimento” (VYGOTSKY, 1988, p. 114).

Na escola, local onde há a intencionalidade na intervenção pedagógica para um processo de ensino-aprendizagem, a mediação entre os conhecimentos espontâneo e científico é feita pelo professor. Ele é o mediador, o organizador de experiências que possibilitem o encontro do educando com os conteúdos científicos. O papel do professor, que detém um conhecimento profundo dos conteúdos a serem ensinados, construído da internalização de significados socialmente compartilhados, é inicialmente, selecionar os conteúdos compatíveis com o nível de desenvolvimento cognitivo dos aprendizes, criando um intercâmbio de significados entre professor e alunos dentro da zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Além disso, cabe ao professor assumir o controle do processo pedagógico, selecionando, organizando e problematizando situações significativas para incentivar o ato de conhecer, promovendo e servindo de mediador ao diálogo educativo. Neste ponto, a adequação da linguagem à crescente capacidade cognitiva do aluno favorecerá a aprendizagem, e o professor deverá evitar a fala e os símbolos incompreensíveis, assim como repetições desnecessárias e desmotivadoras. Instigar o trabalho em grupo, da interação com o outro, entender e respeitar a experiência e a cultura do aluno e perceber a importância interdisciplinar da linguagem favorecerão a

construção dos planejamentos de ensino e aumentarão o grau de confiança mútua entre os envolvidos, uma vez que, aumentando o envolvimento de todos, aumenta também o compromisso com a tarefa a ser realizada.

3.4 UTOPIA: um material de apoio ao professor

O professor, dentro do processo educativo, sempre intencional, deve ter como objetivo a construção de um sujeito bem informado, capaz de pensar o seu espaço de forma lúcida e criativa, sempre à luz de valores sociais mais amplos.

Mas, para que isso aconteça, seria necessário que o educador tivesse, ao menos, todas as informações necessárias sobre o assunto que será trabalhado em sala de aula. Com uma formação inicial deficiente e usando livros didáticos que contêm erros conceituais, é imprescindível ao professor uma ferramenta que supere essas barreiras.

Ao idealizar **UTOPIA – Tudo que você queria saber sobre Astronomia mas não tinha a quem perguntar**, não pretendemos escrever apenas um Manual de Astronomia. Manuais são importantes, complementam muitas vezes os livros didáticos e apostilas. Mas, para que os professores tenham em mãos uma ferramenta capaz de romper as barreiras descritas, é necessário muito mais do que informações corretas.

Entendemos que o professor necessita de um material que dialogue nas três dimensões presentes no ato de ensino-aprendizagem: o saber, o aluno e o próprio professor. Na convergência dessas três dimensões constitutivas aqui discutidas, fomos buscar uma diretriz de caráter metodológico para a construção do material didático de apoio ao professor, caracterizada na forma de *Momentos Pedagógicos* distintos: **Contextualizando a Temática, Problematização Inicial, Construindo o Conhecimento e Atividades**. Em cada uma delas procuramos estabelecer parâmetros que auxiliassem o professor a percorrer as etapas do processo de ensino-aprendizagem. São elas:

Contextualizando a Temática — é o momento que aproximamos o tema gerador da realidade das pessoas. Antes mesmo de entrarmos na escola, já temos

contato com vários conteúdos científicos. E damos explicações para o que vemos. Corretas ou não, as respostas já fazem parte da nossa realidade. Procuramos, aqui, confrontar a realidade pessoal com alguns aspectos que poderão sinalizar que a sua explicação pode ser incompleta ou até incorreta.

Problematização Inicial — aqui procuramos listar uma série de dúvidas relativas ao tema que podem ocorrer ao professor e aos alunos em sala de aula. Às vezes de caráter prático, às vezes de caráter mais filosófico ou histórico, as questões foram elaboradas para despertar o interesse no tema.

Construindo o Conhecimento — os conhecimentos necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial são sistematicamente estudados neste momento. A meta aqui é capacitar o professor para o emprego dos conhecimentos em sala de aula.

Atividades — é o momento de pôr a mão na massa. Apresentamos várias atividades que poderão ser realizadas em sala de aula ou em campo com os alunos. E tivemos a preocupação em oferecer sugestões de atividades de observação que poderão ser realizadas de da. Isto porque entendemos a dificuldade que vários professores possuem em articular um passeio noturno com seus alunos em locais distantes das escolas.

Estas etapas estão presentes em cada um dos capítulos de **UTOPIA**. Tivemos a preocupação de que a leitura de cada capítulo fosse completa, não necessitando de leituras complementares, nem dentro do próprio material nem fora dele. Assim, o material pode ser usado conforme a necessidade do professor, acompanhando a seqüência do livro didático adotado em sua escola. **UTOPIA** será a sustentação do professor para seu trabalho nos conteúdos de Astronomia.

Considerações finais

As limitações dos livros didáticos presentes no mercado editorial, inclui-se aqui até mesmo aqueles que foram objeto de avaliação pelo Ministério da Educação no âmbito do PNLD, ainda são muito grandes. A desatualização de informações, além de imprecisões e inadequações de caráter conceitual e pedagógico pode prejudicar o processo de ensino-aprendizagem. Um professor com uma formação deficiente no campo da Astronomia não estará em condições muitos dos problemas acima referidos. Além disso, a formação inicial não tem conseguido enfrentar a multiplicidade de concepções presentes na busca por explicação dos fenômenos físicos ao nosso redor. Essas concepções acabam por protagonizar esse processo de explicação, fragilizando a educação científica do professor.

Esse difícil cenário educacional convidou-nos a elaboração de um material de apoio que pudesse contribuir para o atendimento das necessidades e diretrizes dos programas educacionais propostos oficialmente para essa etapa da educação básica, mais especificamente as séries finais do ensino fundamental. O material bibliográfico mais adequado deve, segundo os PCN, fornecer uma flexibilidade curricular, ter uma abordagem temática interdisciplinar, vincular o aluno a sua realidade sócio-histórica, atendendo à diversidade cultural de cada região, sendo atual e estimulando a criatividade, a curiosidade e a resolução de problemas.

Ao longo dessa pesquisa percebemos a necessidade de estabelecer um marco teórico-metodológico que pudesse nos referenciar na construção de um material didático de apoio ao professor. Nessa direção buscamos na perspectiva dialógica e libertadora de educação de Paulo Freire uma *referência pedagógica*, na epistemologia histórico-crítica de Gaston Bachelard uma *referência epistemológica* e no trabalho de Lev Vygotsky a *referência cognitivista* da nossa abordagem.

Foi neste cenário que nasceu **Utopia – Tudo o que você queria saber sobre Astronomia mas não tinha a quem pergunta**, um material de apoio ao ensino de Astronomia voltado aos professores do ensino fundamental.

Com a melhoria do material didático a disposição dos professores, o próximo passo deverá ser a adequação da formação inicial destes, construída na perspectiva de uma formação continuada e permanente.

Referências

AMARAL, P. QUINTANILHA, C. E. de V. **Astronomia nos livros didáticos de Ciências: uma análise do PNLD 2008**. A ser publicado.

AMERICAN HERITAGE dictionary. New College ed. 1991, p. 461.

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996, 314p.

BITTENCOURT, C. M. F. **Em foco: História, produção e memória do livro didático**. Educação e Pesquisa, v. 30, n. 3, p. 471-473, 2004.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências Naturais, terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental, 138 p. Brasília: MEC/SEF, 1998.

_____. **Guia de livros didáticos PNLD 2008: Ciências**. Ministério da Educação. 106 p. Brasília: MEC, 2007.

BIZZO, N. M. V. **Falhas no ensino de Ciências**. Revista Ciência Hoje, v. 27, n. 159, p. 26-31, 2000.

_____. **Metodologia e Prática de Ensino de Ciências: a aproximação do estudante de magistério das aulas de Ciências no 1º Grau**. In: FAZENDA, I. (ed.). A prática de ensino e o estágio supervisionado. 2. Edição. São Paulo: Papirus, 1994, p.75-89.

BIZZO, N. M. V. *et al.* **Graves erros de conceito em livros didáticos de Ciências**. Revista Ciência Hoje, v. 21, n. 121, p.26-35, 1996.

BOCZKO, R. **Erros Comumente Encontrados Nos Livros Didáticos Do Ensino Fundamental**. Ciência on line, São Paulo, outubro de 1996. Disponível em: http://www.cienciaonline.org/revistas02_06/astrologia/index.html. Acesso em 10 abr. 2007.

BRETONES, P. S. MEGID NETO, J. M. **Resumos de teses e dissertações sobre Ensino de Astronomia**. Trabalho apresentado no XXIX Reunião Anual da Sociedade Astronômica Brasileira, de 03 a 07 de agosto de 2003, em Águas de São Pedro, SP.

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

CAPOZOLI, U. **Por trás das Estrelas**. Educação, São Paulo, v. 27, n. 233, p. 34-37, 2000.

CARNEIRO, M. H. da S. SANTOS, W. L. P. dos. MÓL, G. de S. **Livro didático inovador: uma tensão a ser vencida**. Revista Ensaio, v. 7, n. 2. 2005.

CARVALHO, A. M. P.; GIL -PEREZ, D. **Formação de professores de Ciências**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2000. (Coleção Questões de nossa época).

CAVALCANTI, L. de S. **Cotidiano, mediação pedagógica e formação de conceitos: uma contribuição de Vygotsky ao ensino de Geografia**. Cadernos CEDES, Campinas, v. 25, n. 66, p. 185-207, 2005.

COLEÇÃO MEMÓRIA DA PEDAGOGIA, n. 4: **Paulo Freire: a utopia do saber**. Rio de Janeiro: Ediouro; São Paulo: Segmento-Duetto, 2005. 98 p.

DELIZOICOV, D. ANGOTTI, J. A. PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002. 364 p.

DELIZOICOV, D. **Sobre a produção do conhecimento científico.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 13, n. 3, p. 182-183, 1996.

DRIVER, R. *et al.* **Construindo o conhecimento científico em sala de aula.** Química Nova Escola, 9, p. 31-40, mai. 1999. Disponível em <<http://sbquimica.fococ.fae.ufmg.br/ensino.pl?secao=qnesc>>. Acesso em 25 mai. 2004.

DUARTE, M. da C. **Analogias na educação em Ciências: contributos e desafios.** Investigações em Ensino de Ciências, v. 10, n. 1, 2005. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/v10_n1_a1.htm> Acesso em 28 ago. 2006.

FRACALANZA, H. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de Ciências no Brasil.** 1993. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, 1993.

FREIRE, P. **A pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1996.

_____. **Educação e mudança.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

_____. **Extensão ou comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

GARCÍA, M. M. T. *et al* **Un estudio sobre la evaluación de libros didáticos.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 2. 2002.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I.C.C. **Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky.** Investigações em Ensino de Ciências, UFRGS, v. 10, n. 2, 2005.

GLEISER, M. **Por que ensinar Física?** Revista Física na Escola, v. 1, n. 1, Suplemento da Revista Brasileira do Ensino de Física: São Paulo, outubro de 2000. p. 4-5.

LANGHI, R. NARDI, R. **Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de Ciências.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 24, p. 87-111, 2007.

_____. **Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental em relação ao Ensino de Astronomia.** Revista Latino Americana de Educação em Astronomia, v. 2, n. 3, p. 1-18, 2005.

LANGHI, R. **Idéias do senso comum em Astronomia.** 7º Encontro Nacional de Astronomia (ENAST) 2004. Disponível em: <<http://www.observatoriosvirtuais.com.br>. Acesso em: 20 jun. 2008.

LEITE, C. HOSOUME, Y. **Os professores de ciências e suas formas de pensar a astronomia.** Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA), Limeira, n. 4, p.47-68. 2007.

_____. **Astronomia nos livros didáticos de Ciências - um panorama atual.** In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005, Rio de Janeiro, RJ. Anais - internet. São Paulo, SP: SBF, 2005. p. 01-04.

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

LOPES, A. R. C. **Livros didáticos: obstáculos verbais e substancialistas ao aprendizado da ciência química.** Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, Brasília, v.74, n.177, p.309-334, 1993.

LÓPEZ, J. L. L. CEREZO, J. A. L. **Educación CTS em acción: enseñanza secundaria y universidad.** In: GARCIA, M. I. G. CEREZO, J. A. L., LÓPEZ, J. L. L. Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Editorial Tecnos S. A., 1996.

LORENZETTI, L. DELIZOICOV, D. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. Revista Ensaio, v. 3, n. 1, p. 1-17, 2001.

KEPLER, S. O. SARAIVA, M. de F. O. **Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004. Disponível em < <http://astro.if.ufrgs.br/> > Vários acessos.

MALUF, V. J. **A TERRA NO ESPAÇO: a desconstrução do objeto real na construção do objeto científico**. 2000.

MEGID NETO, J. BRETONES, P. S. **Tendências de teses e dissertações sobre educação em Astronomia no Brasil**. Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 35-43, 2005.

MEGID NETO, J. FRACALANZA, H. **O livro didático de ciências: problemas e soluções**. Ciência & Educação, v. 9, n. 2, p.147-157, 2003.

Disponível em <http://www.fc.unesp.br/pos/revista/vol9num2.htm>. Acesso em 10/10/2008.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. Editora Pedagógica Universitária, São Paulo, 1999.

NARDI, R. CARVALHO, A. M. P. **Ensino do conceito de campo de força**. In: NARDI, R. (org.) Pesquisas em ensino de física. 2 ed. São Paulo: Escrituras, 2001, p. 71-80.

NASCIMENTO, S. S. do. HAMBURGUER, E. W. **Considerações sobre um curso de extensão para professores de Ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 11, n. 1, p. 43-51, 1994.

NÉBIAS, C.M. **Formação de conceitos científicos e práticas pedagógicas**. Interface - Comunicação, Saúde, Educação, v. 3, n. 4, p. 133-140, Fundação UNI/UNESP, 1999.

PEREIRA, G. R. de M. **Algumas Observações sobre os Parâmetros Curriculares Nacionais – Área de Ciências**. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, v. 78, n. 188/189/190, p. 413-471, 1997.

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.

PINO, A. **Cultura e desenvolvimento humano**. Coleção Memória da Pedagogia, n. 2: Lev Semionovich Vygotsky. Rio de Janeiro: Ediouro; São Paulo: Segmento-Duetto, 2005. p. 14-21.

PINO, P. V. OSTERMANN, F. MOREIRA, M. A. **Concepções epistemológicas veiculadas pelos PCN na área de Ciências naturais de 5a. a 8a. séries do ensino fundamental**. In: IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2004, Jaboticatubas. Atas do IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2004. v. 09. p. 01-09.

PINTO, S. P. FONSECA, O. M. da VIANNA, D. M. **Formação continuada de professores: Estratégia para o ensino de Astronomia nas séries iniciais**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 24, p. 71-86, 2007.

PINTO, S. P. VIANNA, D. M. **Atuando na sala de aula após a reflexão sobre uma oficina de astronomia**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 6, n. 1. 2006.

PRETTO, N. de L. **A ciência nos livros didáticos**. Campinas-SP: Ed. da UNICAMP; Salvador: CED/UFBA, 1985. 95 p.

REIS, N. T. O. GARCIA, N. M. D. **Educação espacial no Ensino Fundamental: Uma proposta de trabalho com o princípio de ação e reação**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 1, p. 361-371, 2006.

ROCHA-FILHO, R. C. **Grandezas e Unidades de Medida: O Sistema Internacional de Unidades**. 1. ed. SÃO PAULO: ATICA, 1988. 88 p.

ROSA, P. R. S. **Fatores que influenciam o ensino de Ciências e suas implicações sobre os currículos dos cursos de formação de professores.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 16, n. 3, p.287-313, 1999.

SANTOS, W. L. P. dos, MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira.** Ensaio: pesquisa em educação em ciências, vol. 2, n. 2, 133-162, dez. 2000. Disponível em <<http://www.fae.ufmg.br/ensaio>> acesso em: 14 de ago. 2007.

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

SHEN, B. S. P. **Science Literacy.** In: American Scientist, v. 63, p. 265-268, 1975.

SOBREIRA, P. H. A. **Astronomia no ensino de Geografia: análise crítica nos Livros Didáticos de Geografia.** 2002, 276f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2002.

SPONTON, F. G. **O professor de Ciências, o ensino de meteorologia e o livro didático.** 2000, 159 p. Dissertação (Mestrado em Educação Para a Ciência) - Ensino de Ciências Bauru - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2000.

TEODORO, S. R. **A história da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional.** 2000, XXXf. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). - Ensino de Ciências Bauru - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2000.

TREVISAN, R. H. LATTARI, C. J. B. CANALLE, J. B. G. **Assessoria na avaliação do conteúdo de Astronomia dos livros de Ciências do primeiro grau.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 14, n. 1, p. 7-16, 1997.

VYGOTSKY, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

_____. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L.S. et al. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone; EDUSP, 1988.

LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS

ANDRADE, M. H. de P. et al. **Ciência e Vida**, v. 1. Belo Horizonte: Dimensão, 2007.

ANDRADE, M. H. de P. et al. **Ciência e Vida**, v. 2. Belo Horizonte: Dimensão, 2007.

ANDRADE, M. H. de P. et al. **Ciência e Vida**, v. 3. Belo Horizonte: Dimensão, 2007.

ANDRADE, M. H. de P. et al. **Ciência e Vida**, v. 4. Belo Horizonte: Dimensão, 2007.

BARROS, C. PAULINO, W. **Ciências: O meio ambiente**, v. 1. São Paulo: Editora Ática, 3ª ed. 2007.

BARROS, C. PAULINO, W. **Ciências: Os seres vivos**, v. 2. São Paulo: Editora Ática, 3ª ed. 2007.

BARROS, C. PAULINO, W. **Ciências: O corpo humano**, v. 3. São Paulo: Editora Ática, 3ª ed. 2007.

BARROS, C. PAULINO, W. **Ciências: Física e Química**, v. 4. São Paulo: Editora Ática, 3ª ed. 2007.

BIZZO, N. JORDÃO, M. **Ciências**, v. 1. São Paulo: Editora do Brasil, 2007.

BIZZO, N. JORDÃO, M. **Ciências**, v. 2. São Paulo: Editora do Brasil, 2007.

BIZZO, N. JORDÃO, M. **Ciências**, v. 3. São Paulo: Editora do Brasil, 2007.

BIZZO, N. JORDÃO, M. **Ciências**, v. 4. São Paulo: Editora do Brasil, 2007.

BORTOLOZZO, S. MALUHY, S. **Série Link da Ciência**, v. 1. São Paulo: Edições Escala Educacional, 2005.

BORTOLOZZO, S. MALUHY, S. **Série Link da Ciência**, v. 2. São Paulo: Edições Escala Educacional, 2005.

BORTOLOZZO, S. MALUHY, S. **Série Link da Ciência**, v. 3. São Paulo: Edições Escala Educacional, 2005.

BORTOLOZZO, S. MALUHY, S. **Série Link da Ciência**, v. 4. São Paulo: Edições Escala Educacional, 2005.

CANTO, E. L. **Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano**, v. 1. São Paulo: Editora Moderna, 2004.

CANTO, E. L. **Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano**, v. 2. São Paulo: Editora Moderna, 2004.

CANTO, E. L. **Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano**, v. 3. São Paulo: Editora Moderna, 2004.

CANTO, E. L. **Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano**, v. 4. São Paulo: Editora Moderna, 2004.

CARO, C. M. de et al. **Construindo Consciências, Ciências**, v. 1. Scipione, 2006.

CARO, C. M. de et al. **Construindo Consciências, Ciências**, v. 2. Scipione, 2006.

CARO, C. M. de et al. **Construindo Consciências, Ciências**, v. 3. Scipione, 2006.

CARO, C. M. de et al. **Construindo Consciências, Ciências**, v. 4. Scipione, 2006.

COSTA, A. **Ciências e Interação**, v. 1. Curitiba: Positivo, 2006.

COSTA, A. **Ciências e Interação**, v. 2. Curitiba: Positivo, 2006.

COSTA, A. **Ciências e Interação**, v. 3. Curitiba: Positivo, 2006.

COSTA, A. **Ciências e Interação**, v. 4. Curitiba: Positivo, 2006.

CRUZ, J. L. C. da et al. **Projeto Araribá: Ciências**, v. 1. São Paulo: Editora Moderna, 2004.

CRUZ, J. L. C. da et al. **Projeto Araribá: Ciências**, v. 2. São Paulo: Editora Moderna, 2004.

CRUZ, J. L. C. da et al. **Projeto Araribá: Ciências**, v. 3. São Paulo: Editora Moderna, 2004.

CRUZ, J. L. C. da et al. **Projeto Araribá: Ciências**, v. 4. São Paulo: Editora Moderna, 2004.

GEWANDSZNAJDER, F. **Ciências: Planeta Terra**, v. 1. São Paulo: Editora Ática, 2ª ed., 2004.

GEWANDSZNAJDER, F. **Ciências: A vida na Terra**, v. 2. São Paulo: Editora Ática, 2ª ed., 2004.

GEWANDSZNAJDER, F. **Ciências: Nosso corpo**, v. 3. São Paulo: Editora Ática, 2ª ed., 2004.

GEWANDSZNAJDER, F. **Ciências: Matéria e Energia**, v. 4. São Paulo: Editora Ática, 2ª ed., 2004.

GOWDAK, D. MARTINS, E. **Coleção Novo Pensar: Meio Ambiente**, v. 1. São Paulo: FTD, 2006.

GOWDAK, D. MARTINS, E. **Coleção Novo Pensar: Seres vivos**, v. 2. São Paulo: FTD, 2006.

GOWDAK, D. MARTINS, E. **Coleção Novo Pensar: Corpo humano**, v. 3. São Paulo: FTD, 2006.

GOWDAK, D. MARTINS, E. **Coleção Novo Pensar: Química e Física**, v. 4. São Paulo: FTD, 2006.

JAKIEVICIUS, M. HERMANSON, A. P. **Investigando a Natureza: Ciências para o Ensino Fundamental**, v. 1. São Paulo: IBEP, 2006.

JAKIEVICIUS, M. HERMANSON, A. P. **Investigando a Natureza: Ciências para o Ensino Fundamental**, v. 2. São Paulo: IBEP, 2006.

JAKIEVICIUS, M. HERMANSON, A. P. **Investigando a Natureza: Ciências para o Ensino Fundamental**, v. 3. São Paulo: IBEP, 2006.

JAKIEVICIUS, M. HERMANSON, A. P. **Investigando a Natureza: Ciências para o Ensino Fundamental**, v. 4. São Paulo: IBEP, 2006.

SANTANA, O. FONSECA, A. **Ciências Naturais**, v. 1. São Paulo: Saraiva, 2006.

SANTANA, O. FONSECA, A. **Ciências Naturais**, v. 2. São Paulo: Saraiva, 2006.

SANTANA, O. FONSECA, A. **Ciências Naturais**, v. 3. São Paulo: Saraiva, 2006.

SANTANA, O. FONSECA, A. MOZENA, E. R. **Ciências Naturais**, v. 4. São Paulo: Saraiva, 2006.

TRIVELLATO, J. et al. **Ciências, Natureza & Cotidiano: criatividade, pesquisa, conhecimento**, v. 1. São Paulo: FTD, 2006.

TRIVELLATO, J. et al. **Ciências, Natureza & Cotidiano: criatividade, pesquisa, conhecimento**, v. 2. São Paulo: FTD, 2006.

TRIVELLATO, J. et al. **Ciências, Natureza & Cotidiano: criatividade, pesquisa, conhecimento**, v. 3. São Paulo: FTD, 2006.

TRIVELLATO, J. et al. **Ciências, Natureza & Cotidiano: criatividade, pesquisa, conhecimento**, v. 4. São Paulo: FTD, 2006.

APÊNDICE A

Este apêndice trata-se do Cd-rom contendo o material elaborado neste trabalho, **“UTOPIA: tudo que você sempre quis saber sobre Astronomia mas não tinha a quem perguntar”**, constituindo o produto educacional produzido e que será de livre distribuição para professores do ensino fundamental. O conteúdo deste CD também poderá ser acessado através da página do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências no endereço <http://www.unb.br/ppgec/dissertacoes.htm>.

ANEXO A

PCN – CIÊNCIAS NATURAIS NO TERCEIRO CICLO Conteúdos

Diferentes temas e problemas poderão ser escolhidos para a composição de planos de trabalho de modo a proporcionar o desenvolvimento das capacidades expressas nos objetivos de ciclo. O professor julgará a pertinência de aprofundamento de estudo em alguns temas e a exploração mais panorâmica de outros, tomando como base os critérios de seleção de conteúdos aplicados à sua realidade, conforme o que está discutido na primeira parte deste documento.

A aprendizagem das capacidades expressas nos objetivos de ciclo não significa aprofundamento em todos os temas de estudo mencionados nos textos abaixo, uma vez que o estudo detido de alguns temas oferece esta oportunidade.

Os textos seguintes buscam explicitar os alcances dos conteúdos em cada eixo temático, apontando possíveis conexões entre eixos e com os temas transversais, tendo também o tratamento didático em perspectiva.

TERRA E UNIVERSO

No terceiro ciclo, os estudos neste eixo temático ampliam a orientação espaço-temporal do aluno, a conscientização dos ritmos de vida, e propõem a elaboração de uma concepção do Universo, com especial enfoque no Sistema Terra-Sol-Lua. Os alunos podem desenvolver um inventário de astros e fenômenos observados no Universo e construir as referências para sua orientação, assim como o ser humano foi fazendo em suas andanças pela superfície terrestre. Paralelamente, os alunos podem ir consultando outras fontes de informação, com a orientação do professor, para gradativamente ganhar visões mais amplas do Universo, tendo o planeta como participante, conforme o que está proposto na primeira parte deste documento, construindo e reconstruindo modelos de céu e Terra.

No desenvolvimento desses estudos, é fundamental privilegiar atividades de observação e dar tempo para os alunos elaborarem suas próprias explicações. Por exemplo, nos estudos básicos sobre o ciclo do dia e da noite, a explicação científica do movimento de rotação não deve ser a primeira abordagem sobre o dia e a noite, o que causa muitas dúvidas e não ajuda a compreensão do fenômeno observado nas etapas iniciais do trabalho.

Certamente os alunos manifestam a contradição entre o que observam no céu – o movimento do Sol tomando-se o horizonte como referencial – e o movimento de rotação da Terra, do qual já tiveram notícia. As dúvidas dos alunos, contudo, podem ser o ponto de partida para se estabelecer uma nova interpretação dos fenômenos observados.

Como fez a maioria da humanidade até a 500 anos, o modelo de céu construído espontaneamente pelo aluno tem a Terra como ponto de referência central. Assim, é necessário organizar as observações dos movimentos que os alunos vêem em uma paisagem celeste que se move em relação ao horizonte, estimulando-os a elaborar suas próprias explicações, nas quais já podem incorporar algum conhecimento atual da Ciência, ao mesmo tempo em que exercitam a

linguagem descritiva e o desenho de observação. Dependendo do lugar da Terra em que o observador estiver, as trajetórias do Sol são vistas como arcos diferentes em relação ao horizonte. Assim, no Equador, a trajetória diária do Sol é perpendicular ao horizonte. Já um observador situado entre o Equador e um dos pólos observa a trajetória inclinada do Sol em relação ao horizonte. Em ambos os casos, registra-se que o Sol nasce sempre do mesmo lado do horizonte (Leste), desaparecendo no lado oposto (Oeste). Para essa investigação, podem ser organizadas observações do horizonte em algumas horas do dia, principalmente no nascente e no poente do Sol. Após alguns dias seguidos, a regularidade dos pontos de nascente e poente, definidos como pontos cardeais Leste e Oeste, pode ficar bem marcada para os alunos.

Conforme o Sol se movimenta em relação ao horizonte, sua luz projeta sombras que também se movimentam, variando em comprimento e direção: de manhã, as sombras são compridas; com o passar das horas, vão se encurtando e, ao meio-dia, são mínimas ou inexistem. Depois disso, vão se encompridando para o lado oposto até o fim da tarde. São observações como essas que permitiram a construção de calendários pelas diferentes culturas, refletindo diferentes concepções de “Terra e Universo”, um tema a ser desenvolvido em conexão com Pluralidade Cultural.

A construção de um relógio solar é importante atividade para os alunos realizarem, discutindo o tamanho das sombras durante o dia e conhecendo como os povos antigos construíram seus relógios. As sombras do meio-dia, sempre as mais curtas, determinam a direção Norte-Sul. Um relógio desse tipo pode ser uma haste vertical bem reta espetada no chão liso, horizontal e a céu aberto, que projeta sombras diferentes nas várias horas do dia. Marcando o comprimento dessas sombras, os alunos podem elaborar explicações para o tamanho e a direção delas, compreendendo melhor a trajetória do Sol, marcando o nascente (ponto Leste), o poente (ponto Oeste) e o Norte-Sul pela perpendicular que faz a menor sombra – a do meio-dia, em relação à reta Leste-Oeste. Por conta dos fusos horários, das convenções dentro do país e do horário de verão, o meio-dia oficial nem sempre corresponde com exatidão ao meio-dia observado. Também por convenção, o Norte é definido como o ponto à frente de quem, com os braços estendidos, aponta o Leste com a mão direita e o Oeste com a mão esquerda, ficando o Sul às suas costas.

Pode-se ainda observar que a Lua aparece ligeiramente diferente a cada dia no céu, voltando a ter a mesma forma a cada quatro semanas aproximadamente, fato que foi base para as primeiras organizações do tempo. Os primeiros calendários foram lunares. A regularidade das fases da Lua é mais fácil de ser percebida que a solar, que só se repete anualmente. Além disso, enquanto o Sol só aparece durante o dia e as outras estrelas somente à noite, a Lua é visível de dia ou de noite, conforme sua fase e as condições meteorológicas. Uma primeira aproximação à compreensão das fases da Lua pode se realizar neste ciclo por meio de observações diretas durante um mês, em vários horários, com registro em tabela e interpretando observações. O primeiro referencial nesses estudos, assim como na construção de maquetes representando o Sol, a Lua e a Terra, é o lugar de onde o estudante observa a Lua, o que favorece o deslocamento imaginário posterior para uma referência a partir do Sol ou mesmo fora do Sistema Solar, por experimentos com luz e sombra.

Com a observação de todas essas regularidades o ser humano, antes de organizar cidades, já sabia que o Sol, a Lua e as estrelas participam do mesmo

movimento. Esses fatos sugerem duas possíveis interpretações: ou a Terra se desloca de Oeste para Leste ou todos os astros se deslocam de Leste para Oeste. Por muito tempo prevaleceu a última interpretação, com a Terra estática e central. Entre as várias explicações para isso, os antigos conceberam um modelo em que as estrelas, a Lua e o Sol estariam sobre uma grande esfera transparente que circundava a Terra, da qual se via apenas metade de cada vez. As estrelas eram visíveis quando o Sol se encontrava no hemisfério celeste abaixo do horizonte. A esfera se moveria para Oeste ao redor de um ponto fixo imaginário no céu.

Este modelo situou o ser humano no espaço cósmico e, ainda hoje, as convenções dele decorrentes – pontos cardeais e as 88 constelações consideradas oficialmente como regiões no mapa do céu – são as referências para os sistemas de orientação cartográfica e até mesmo para a navegação tanto aérea como marítima.

Como referência para a orientação noturna, os alunos podem observar a constelação do Cruzeiro do Sul e seu movimento em relação ao horizonte por alguns momentos, num intervalo de três ou quatro horas durante a noite. Por meio de comparações e estimativas, podem especular sobre as distâncias a que diversas estrelas se encontram da Terra e a quantidade de estrelas que não são visíveis, seguindo-se pesquisa em fontes de informação escritas.

O trabalho com escalas de distância e grandeza deve ter espaço nas aulas. Um exemplo é a construção de uma escala do sistema Terra-Sol-Lua no pátio da escola, onde se comparam as distâncias relativas entre os corpos celestes com unidades de medidas reconhecidas pelos alunos, como o metro. Embora seja possível alguma compreensão, não se pode esperar que, no terceiro ciclo, a maioria dos alunos compreenda as distâncias entre corpos celestes como aquelas entre a Terra, a Lua, a estrela Alfa-Centauro e alguma outra.

Fotografias da Lua, dos planetas e de seus satélites, bem como a forma como foram obtidas, podem ser interessantes para construir imagens do Universo e de sua investigação. O desenvolvimento de lunetas, telescópios, foguetes, satélites artificiais, naves, o pouso tripulado na Lua, e os não tripulados em Marte ou Vênus, as sondas não tripuladas indo para Júpiter, Saturno, Urano e Netuno podem se constituir em pesquisa bibliográfica de revistas e jornais para alunos de terceiro ciclo, com roteiros elaborados sob a coordenação e a orientação do professor. Visitas preparadas a observatórios, planetários, associações de astrônomos amadores, museus de astronomia e de astronáutica são muito importantes para o repertório de imagens dos alunos. Para isso, também contribuem muito as discussões a partir de filmes de vídeo, animações de computador, em que aparecem os movimentos dos corpos celestes e suas fisionomias, por meio de simulações ou de imagens enviadas por satélites e sondas. Modelos com esferas e pequena fonte de luz, simulando o sistema Terra-Sol-Lua, podem ser feitos da maneira como grupos de alunos os conceberem, ajudando-os a explicar suas próprias idéias.

Para organizar os elementos que os alunos incorporam para a transformação de seus modelos, um instrumento simples e eficaz é solicitar que desenhem representações do Universo, onde a Terra esteja presente, por várias vezes durante esses estudos. Algumas legendas ajudam a explicitar os elementos do desenho, que pode ou não ser seguido de um texto que explique as idéias nele contidas, mas o objetivo não é saber os nomes dos astros, embora alguns alunos gostem, podendo agregá-los em seus trabalhos.

À medida que incorporam novos dados, novas informações, novos enfoques, os alunos incrementam seu próprio modelo de Universo, dentro de suas possibilidades de compreensão de espaço e tempo. Identificam algumas estrelas e

constelações facilmente observadas no céu e incorporam estrelas muito distantes, planetas, satélites, meteoros e cometas a partir de dados obtidos em fontes de informação. Algumas informações além de seu nível de compreensão podem ser retomadas em outros níveis de escolaridade, sem que isso signifique proibir sua discussão, às vezes motivada pelos próprios alunos que “ouvem falar do Big-Bang”.

O ritmo cíclico do dia e noite organiza muitos dos ritmos biológicos de plantas e animais. Observar hábitos de animais diurnos e noturnos, procurar informações sobre o comportamento de plantas e outros animais no claro e no escuro e ainda relacionar essas informações com a organização diária das atividades pessoais e sociais é uma forma de contribuir para a tomada de consciência do aluno sobre a conexão entre os corpos celestes e os ritmos de vida na Terra, um tema a ser desenvolvido junto com “Vida e Ambiente”.

A Terra, a grande “nave”, deve ter lugar especial nos estudos do Universo. É necessário auxiliar os alunos a incorporarem a dimensão planetária da Terra, descentrando-se do lugar geográfico onde estão, de seu horizonte, o que é possível, mas depende da elaboração de diferentes imagens e de várias perspectivas adotadas ao longo de toda a escolaridade.

A comparação entre planetas do Sistema Solar pode ser útil. Longe de requerer descrições minuciosas, este estudo deve revelar que os planetas têm características muito diferentes da Terra, o único planeta onde são conhecidos seres vivos, graças à presença de água em estado líquido e atmosfera de gases, que possibilitam temperaturas compatíveis com a vida. Essa atmosfera, retida pela própria gravidade terrestre, possui, no seu estado atual, o oxigênio, que dá condições a uma grande diversidade de seres vivos que dele dependem, ao lado de outros que dele prescindem, como as bactérias anaeróbias.

No que se refere à compreensão da superfície e da estrutura interna da Terra, também é interessante trabalhar com modelos. Informações sobre a profundidade dos oceanos e os maiores picos de montanhas auxiliam a construção de um modelo para a superfície terrestre, com rochas e depressões preenchidas por água líquida. É interessante a comparação bem contrastante entre a superfície da Terra e o planeta como um todo, em relação à quantidade de água, outros materiais líquidos e rochas, bem como entre a atmosfera e o diâmetro da Terra.

O tipo de material que sai dos vulcões ajuda a imaginar o interior da Terra e sua estrutura, o que pode ser concretizado por desenhos ou maquetes. Pequenos textos podem acompanhá-los, para que os alunos expliquem suas idéias e para que algumas hipóteses sobre a formação do planeta possam ser elaboradas.

Quanto à forma esférica, é interessante investigar como os raios solares atingem o planeta: mais próximos de uma perpendicular à superfície na região entre os dois trópicos, e mais obliquamente nas regiões mais próximas aos pólos, o que implica distribuição da luz e calor de forma diferenciada nestes locais. Assim, temos diferentes zonas climáticas: duas regiões polares frias, uma equatorial quente e duas regiões intermediárias tropicais. Esse padrão determina a presença de diferentes faunas e floras no planeta.

As relações entre a iluminação da esfera terrestre pelo Sol, o aquecimento de toda sua superfície e a retenção de calor pela atmosfera podem ser compreendidos mediante montagem com fonte luminosa e globo terrestre ou por meio de experimento no qual estufas com conteúdos variáveis, como terra, água ou ambos, são aquecidas e suas temperaturas são comparadas àquelas alcançadas com o aquecimento de recipientes abertos. Além disso, estudos comparativos das regiões

do globo com maior ou menor diversidade de plantas e animais e seus climas são muito importantes quando relacionados às condições físicas da Terra.

A água, que cobre $\frac{3}{4}$ da superfície terrestre, é essencial para todos os seres vivos e dissolve substâncias. É utilizada para processos industriais, fluindo por todo o planeta e espalhando poluição pelos mares, rios, solos e contaminando fontes subterrâneas de água doce. Porções de ar em movimento constante pela atmosfera também carregam alguns poluentes. Fatos que ocorrem em consequência desses fenômenos e que aparecem freqüentemente em jornais, demonstrando as relações entre os recursos do planeta e as atividades humanas, devem sempre ser motivo para discussões ou elaboração de murais.

O fato de que recursos como água doce, ar, solo, minerais e árvores podem ser reduzidos drasticamente pelo seu uso exagerado, inadvertido ou deliberado e que a atmosfera e o oceano têm capacidade limitada de absorver resíduos e reciclá-los naturalmente deve ser o pano de fundo das discussões. As alternativas naturais e tecnológicas para a restauração do ambiente e seus custos são importantes de serem veiculadas, ao lado das atitudes de preservação. Nessas discussões, o importante é que as idéias sobre as atitudes e os valores em relação ao ambiente circulem, cabendo ao professor fornecer mais informações e esclarecer as compreensões.

Foram selecionados os seguintes conteúdos centrais para o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes:

- 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.

ANEXO B

PCN – CIÊNCIAS NATURAIS NO QUARTO CICLO Conteúdos

Diferentes temas e problemas poderão ser escolhidos para a composição de planos de trabalho de modo a proporcionar o desenvolvimento das capacidades expressas nos objetivos de ciclo. O professor julgará a pertinência de aprofundamento de estudo em alguns temas e a exploração mais ampla de outros, tomando como base os critérios de seleção de conteúdos aplicados à sua realidade, conforme o que está discutido na primeira parte deste documento.

A aprendizagem das capacidades expressas nos objetivos de ciclo não significa aprofundamento em todos os temas de estudo mencionados a seguir, uma vez que o estudo detido de alguns temas oferece essa oportunidade.

Os textos seguintes buscam explicitar os alcances dos conteúdos em cada eixo temático, apontando-se possíveis conexões entre eixos e com os temas transversais, tendo-se também o tratamento didático da temática em perspectiva.

TERRA E UNIVERSO

Espera-se que as abordagens propostas para o terceiro ciclo possibilitem aos estudantes chegarem ao quarto ciclo concebendo o Universo sem fronteiras, onde está o sistema Terra-Sol-Lua.

A compreensão de fenômenos mais distantes no tempo e no espaço começa a ser possível neste eixo temático, conforme o proposto na primeira parte deste documento. Por exemplo, as referências de distância entre os corpos celestes conhecidos, bem como os conceitos de força da gravidade, de forma qualitativa, envolvidos nos movimentos da Terra e dos outros corpos celestes podem ser discutidos. Entender a estrutura da galáxia e do Universo e os modelos que as explicam é algo que depende de uma gradativa formação de visão de mundo, mais do que de um conjunto de observações sistemáticas pelos estudantes.

A observação direta, contudo, deve continuar balizando os temas de trabalho, sendo desejável que, além da orientação espacial e temporal pelos corpos celestes durante o dia e à noite, os estudantes localizem diferentes constelações ao longo do ano, bem como planetas visíveis a olho nu. Saber apenas os nomes das constelações não é importante, mas é muito interessante observar algumas delas a cada hora, por três ou quatro horas durante a noite, e verificar que o movimento das estrelas em relação ao horizonte ocorre em um padrão fixo, isto é, todas permanecem nas mesmas posições, enquanto o conjunto cruza o céu. Para essas observações, a referência principal continua sendo o Cruzeiro do Sul, visível durante todo o ano no hemisfério Sul.

Diferentemente de um fundo fixo de estrelas que surge diariamente no céu e onde não há movimento de umas em relação às outras, os planetas aparecem apenas ocasionalmente, em posições variadas em relação às constelações. Daí o nome planeta, que significa “estrela errante”. Com a ajuda de mapas mensais do céu, encontrados em revistas de circulação nacional, são facilmente visíveis, em épocas diferentes, os planetas Vênus (Estrela-d’Alva) e Marte e ainda, a olho nu, Mercúrio, Júpiter e Saturno.

As observações podem acompanhar as estações do ano, pela sucessão de algumas constelações, pois se encontra no céu, durante boa parte do ano e com facilidade, o conjunto das Três Marias, que pertence à constelação de Órion e que só não é visível no início das noites entre os meses de maio a setembro. Nesse período pode-se ver a constelação de Escorpião, que lembra um grande ponto de interrogação ou um anzol no céu.

A partir do quarto ciclo, é possível e desejável que se trabalhe com os estudantes o significado histórico da ruptura entre o modelo geocêntrico de Universo e o modelo heliocêntrico do Sistema Solar para o pensamento ocidental. Relacionar as observações que os estudantes fazem do céu com os diferentes modelos é muito interessante. Alguns povos antepassados marcavam o início de cada estação do ano com admirável precisão. As mudanças de temperatura, a época das chuvas e a variação no desenvolvimento de plantas e nos hábitos dos animais eram relacionadas ao fato cíclico de algumas estrelas "sumirem" em algumas épocas do ano enquanto outras "surgiam". Esses conhecimentos foram muito importantes para os primeiros povos agrícolas, pois sinalizando a chegada das estações, as colheitas podiam ser mais bem planejadas e mais eficientes. Ainda hoje, alguns povos, como é o caso de alguns índios brasileiros, se utilizam dessas observações, obviamente nomeando estrelas e seus conjuntos de acordo com suas convenções. Investigações sobre os hábitos de animais e plantas característicos das estações, bem como a utilização desse conhecimento no trabalho agrícola e zootécnico, são ilustrativos das conexões entre o eixo temático "Terra e Universo" e o mundo vivo terrestre, tratado no eixo temático "Vida e Ambiente".

Mudanças na trajetória do Sol em relação ao horizonte durante o ano também sinalizam as estações, invertendo-se os referenciais no hemisfério Sul e no hemisfério Norte. Os pontos de nascente e poente variam durante o ano, à medida que o arco descrito pelo Sol no céu vai ficando menor e o dia mais curto.

Apesar de a direção Leste-Oeste se manter, os pontos de nascente e poente variam um pouco. No hemisfério Sul, o arco do Sol vai diminuindo e ficando mais próximo do ponto cardeal Norte, até chegar a um arco mínimo, a partir do qual caminha progressivamente para o Sul, aumentando seu trajeto e conseqüentemente tornando o dia mais comprido. A partir de um arco máximo, o Sol novamente começa a desenhar arcos diários que diminuem enquanto rumam novamente para o Norte. O ponto máximo ao Norte marca o início do inverno no hemisfério Sul, enquanto o ponto máximo ao Sul marca o início do verão: são os solstícios. A situação intermediária entre eles marca o início da primavera e do outono: são os equinócios, dois dias do ano em que a duração do dia e da noite são iguais. Nesses dias, os pontos de nascimento e de ocaso do Sol indicam os pontos cardiais Leste e Oeste. Os pontos Norte e Sul são sempre marcados pela direção da menor sombra projetada ao meio-dia.

Registrar a observação do céu é algo muito antigo. O monumento de Stonehenge, situado na Inglaterra e construído há cerca de 2500 anos a.C., revela um método sofisticado de calcular o calendário, assinalando solstícios e equinócios com precisão.

O modelo heliocêntrico, com o Sol ao centro do movimento dos planetas, apesar de muito difundido, é difícil de ser compreendido. Cada pessoa precisa se localizar no globo e imaginar a Terra esférica, girando em torno do Sol, de forma inclinada em relação ao plano de translação, em trajetória praticamente circular e, portanto, mantendo praticamente a mesma distância do Sol. Dessa forma, percorre o espaço, mudando sua posição em relação ao Sol e às estrelas à sua volta,

modificando assim, para os observadores da Terra, a visão do céu noturno: são as constelações características de cada estação. Outras constelações, estrelas e galáxias são observadas o ano inteiro ou nunca, dependendo da posição em que os observadores se encontram na Terra.

Muitos esquemas errôneos divulgados em livros escolares atribuem a existência das diferentes estações do ano à variação das distâncias entre a Terra e o Sol. Essa variação das distâncias é pouco significativa, o que invalida essa explicação. O que explica as estações do ano alternadas nos dois hemisférios é o fato de a Terra ter seu eixo inclinado em relação à sua trajetória em torno do Sol. Assim, quando o Trópico de Câncer recebe os raios de Sol mais perpendicularmente e o Trópico de Capricórnio mais inclinadamente, é verão no hemisfério Norte e inverno no hemisfério Sul. Após seis meses, a situação se inverte, e as estações também. Nas situações intermediárias, o Equador recebe a luz do Sol perpendicularmente e os dois trópicos, mais inclinadamente. São as estações de primavera e outono, também invertidas nos dois hemisférios pelo esquentamento e resfriamento da atmosfera em relação ao inverno e verão respectivos.

As características locais das estações do ano são identificadas também pelos padrões de vento, pelas correntes marítimas, pela altitude, pelo tamanho da superfície dos continentes ou dos mares e por transformações naturais inesperadas ou provocadas pela ação humana. Portanto, é necessário investigar as manifestações locais das estações do ano.

As imagens do hemisfério Norte veiculadas pela TV e pelo cinema e que se imprimem passivamente no repertório visual dos estudantes podem fomentar as discussões, expondo as contradições entre o que é visto e o que é vivido.

As explicações do movimento de rotação da Terra em torno de um eixo imaginário que liga o Pólo Norte ao Pólo Sul tomam significado quando relacionadas às observações do aparente movimento diário do céu diurno e noturno, incluindo-se aqui os diferentes “arcos” das estrelas que se encontram em diferentes distâncias do horizonte.

Para que se possa compreender a dinâmica do Sistema Solar, o fenômeno da gravidade deve permear as investigações sobre os movimentos da Terra, da Lua e demais corpos celestes. A atração gravitacional entre Sol-Terra-Lua pode dar nova dimensão ao modelo explicativo das fases da Lua, agora associadas ao fenômeno das marés. O acompanhamento de medidas semanais de alturas de marés, veiculadas por jornais diários, relacionadas ao início das fases da Lua e sua posição relativa ao Sol, constitui investigação que amplia o modelo mais simples do ciclo mensal observado pelas diferentes formas da Lua.

Por outro lado, os estudos e experimentos sobre eclipses podem aprofundar as idéias de luz, projeção de sombras, distância e intensidade luminosa, possibilidade de visão, produção, absorção e reflexão de luz.

Os estudantes podem detalhar mais seu próprio modelo de Sistema Solar, prestar maior atenção às escalas, aprofundando sua compreensão. Binóculos, lunetas, telescópios, simulações de órbitas planetárias por computador ou visitas a observatórios e planetários podem ser úteis neste nível.

Um molde para o modelo de Sistema Solar com tamanhos proporcionais de seus planetas e satélites e respectivas distâncias em escala auxilia a construção das imagens de dimensões astronômicas dos estudantes. Desenhar e esquematizar os modelos atuais de Universo, incluindo o Sistema Solar como referência, é provavelmente o tipo de atividade mais eficaz, sendo preferível a construção de moldes próprios tridimensionais para esses modelos. Nessas construções, são

importantes as estimativas de distância e a atenção para as diferentes posições aparentes de um objeto a partir de pontos de observação diferentes.

Reconhecer as mudanças na percepção sobre o lugar de cada um no Universo pode ser facilitado aos estudantes pelo estudo das contribuições de Copérnico, Galileu e Newton ao pensamento ocidental, evidenciando-se as relações entre a sociedade da época e as novas concepções científicas. Relações entre ciência, tecnologia e sociedade não devem ser apresentadas como o triunfo do certo sobre o errado, ou da ciência sobre a religião. O importante é estimular a discussão sobre a superação a que estão submetidas as idéias científicas, o que torna discutível a verdade científica, bem como as responsabilidades sociais envolvidas nas pesquisas e descobertas.

A grande revolução cósmica usualmente associada a Nicolau Copérnico minou crenças tradicionais na concepção da Terra como centro do Universo. Ele propunha um outro Universo muito maior. A observação do movimento irregular dos planetas relativo ao fundo fixo de estrelas pode ajudar os estudantes na compreensão acerca das idéias de Copérnico. Galileu fez descobertas que deram suporte às idéias de Copérnico. Usando uma luneta recém-inventada, encontrou as luas de Júpiter, manchas solares, crateras e montanhas na Lua e muitas estrelas invisíveis a olho nu. Desvendou, assim, um Universo incrivelmente mais complexo. As observações com instrumentos e a análise de fotos dos astros observados por Galileu são reveladoras e permitem, também, discutir sobre o papel da tecnologia no desenvolvimento de novos conhecimentos.

Esse contexto é propício para apresentar as idéias de Newton sobre a gravidade, que explicam movimentos astronômicos mediante as relações entre força, massa e distância. Sem necessidade de explicitar as formulações matemáticas, pode-se mostrar que a gravidade entre os corpos unifica as observações do céu e os experimentos que podem ser vivenciados na Terra, pois o modelo de Newton tornou possível relacionar fenômenos como as marés, as órbitas dos planetas, dos satélites, dos cometas e o movimento de objetos caindo na Terra.

Chega-se, então, à visão dinâmica da Terra no Universo. As idéias de Newton foram revolucionadas pelas idéias de Einstein, que deram origem a um novo modelo de Universo. Fenômenos como buracos negros, quasares, estrelas de nêutrons, gigantes vermelhas, anãs brancas e outros fenômenos envolvendo a evolução das estrelas e do próprio Universo podem ser aprofundados em leituras paradidáticas bem orientadas. Um tema propício para essas investigações é a questão de “como tudo começou”, o que pode originar atividades coletivas, como exposições em mural ou comunicações de leituras em etapas finais do quarto ciclo.

A origem do planeta Terra e sua evolução são investigadas em conexão com o eixo temático “Vida e Ambiente”, fazendo uso de fontes bibliográficas. Nesses estudos, destacam-se as variações das formas de vida em diferentes épocas ou eras geológicas, relacionadas às diferentes composições da atmosfera e à posição dos continentes na superfície terrestre, cujas modificações estão atualmente associadas à teoria das placas tectônicas. Filmes de vídeo que remontam a esses tempos longínquos e imagens animadas por computador compõem um interessante repertório de imagens para os estudantes.

Para se estabelecer a relação entre os movimentos das placas tectônicas e a ocorrência de vulcões e terremotos, é interessante analisar as regiões do planeta onde essas catástrofes ocorrem e as regiões onde diferentes placas tectônicas se encontram.

Os vulcões e terremotos podem ser fonte de investigação sobre o interior do planeta, sobre o material muito quente no interior da Terra, abaixo da crosta, o que até hoje embasa a teoria da formação do planeta, ou seja: que em sua origem era muito quente, que o resfriamento até hoje só ocorreu em sua superfície. As mesmas evidências são utilizadas para o modelo que descreve a existência de camadas ainda muito quentes no seu interior “manto e núcleo”, cujas espessuras seriam bastante superiores à espessura média de 30 km da crosta. Figuras e moldes tridimensionais desse modelo, com estudo das proporções em escala, são uma boa oportunidade para a compreensão mais ampla do planeta.

Foram selecionados os seguintes conteúdos centrais para o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes:

- 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 idéias nos principais eventos da história da Astronomia até os dias de hoje.

