

ASTRONOMIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS – UMA ANÁLISE DO PNLD 2008

Patrícia Amaral¹
Carlos Eduardo Quintanilha Vaz de Oliveira²

Resumo: A importância dos livros didáticos nas salas de aula revela-se quando estudos apontam que este recurso pedagógico é, muitas vezes, a única fonte de consulta utilizada pelo professor de Ciências do ensino fundamental para a preparação de suas aulas. Quando analisamos os conteúdos de Astronomia presentes nos livros didáticos aprovados no Programa Nacional do Livro Didático de 2008 e que, teoricamente, são os melhores livros disponíveis no mercado editorial brasileiro, buscamos esquadrihar algumas categorias constantes no Guia de Livros Didáticos de 2008. A pesquisa caracteriza a frequência do conteúdo de Astronomia no texto, nas figuras e nas atividades de experimentação. Além disso, descreve alguns erros conceituais e apresenta um conjunto de informações adicionais sobre as coleções.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Ensino de Astronomia; Avaliação de livro didático; Erros conceituais.

ASTRONOMÍA EN LOS LIBROS DE CIENCIA – UN ANÁLISIS DEL PNLD 2008

Resumen: La importancia de los libros de texto en las aulas se pone de manifiesto cuando los estudios indican que este recurso educativo es a menudo la única fuente de consulta utilizada por el profesor de ciencias de la escuela primaria para preparar sus lecciones. Cuando analizamos el contenido presente en los libros de texto de astronomía aprobados por el Programa Nacional de Libros de Texto de 2008 y que, en teoría, son los mejores libros disponibles en el mercado editorial brasileño, buscamos examinar algunas categorías que figuran en los libros de texto de la Guía de Libros Didáticos de 2008. El estudio caracteriza la frecuencia del contenido de Astronomía en el texto, en las figuras, y en las actividades de experimentación. También describe algunos errores conceptuales y presenta un conjunto de información adicional sobre las colecciones.

Palabras clave: Ciencias de la Educación; Enseñanza de la Astronomía; Evaluación de libros de texto; Errores conceptuales.

ASTRONOMY IN SCIENCE TEXTBOOKS - AN ANALYSIS OF PNLD 2008

Abstract: The importance of the textbooks in classrooms is revealed when studies are pointing that these pedagogical sources are, most of the times, the only source used by the elementary school teachers when preparing their Science lessons. When we analyzed the Astronomy contents in the textbooks approved by the Brazilian Textbook Program 2008 and which, in theory, are the best available in the Brazilian editorial market, we examined some categories in the 2008 Textbook Guide. This research characterizes the frequency of Astronomical contents appearing in the texts, in the pictures, and in the hands-on activities. Additionally, it describes some misconceptions and presents additional information on the collections.

Keywords: Science teaching; Astronomy teaching; Textbook evaluation; Misconceptions.

¹ Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília (UnB).
e-mail: < patricia.amaral@ibest.com.br >

² Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, UnB. e-mail: < caduquin@gmail.com >

1. Introdução

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 podem 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, sendo que o de Astronomia concentra-se em “Terra e Universo”. 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 a Astronomia no ensino fundamental.

Complementando os PCN, foi instituído pelo governo o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) com a função de avaliar pedagogicamente os livros didáticos de Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, História e Geografia para assegurar a qualidade das obras distribuídas às escolas públicas do ensino fundamental.

Os resultados desse processo são divulgados no Guia de Livros Didáticos coordenado pela Secretaria de Educação Básica (SEB), vinculada ao Ministério da Educação (MEC).

O objetivo deste artigo é descrever a abordagem dos conteúdos referentes à Astronomia presentes nos 52 livros de 5ª e 6ª séries, referentes ao 3º ciclo do Ensino Fundamental, e de 7ª e 8ª séries, referentes ao 4º ciclo do Ensino Fundamental, aprovados no PNLD 2008. A análise foi realizada considerando três características usadas pelos avaliadores do PNLD: conhecimentos e conceitos; pesquisa, experimentação e prática; e diagramas e figuras, baseando-se nos conteúdos de Astronomia apresentados nos 3º e 4º ciclos dos PCN de Ciências Naturais.

2. Desenvolvimento

Em 2008, o PNLD encontra-se em sua 4ª edição (1999, 2002 e 2005). A avaliação dos livros didáticos de Ciências voltados 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 (biologia, física, geologia e química) atuando no ensino fundamental e médio.

Levando-se em conta as diretrizes curriculares atuais, os avaliadores analisaram os livros em torno de seis características gerais (ou categorias): proposta pedagógica; conhecimentos e conceitos; pesquisa, experimentação e prática; cidadania e ética; ilustrações, diagramas e figuras; e manual do professor.

O Guia de Livros Didáticos de 2008 apresentou os livros aprovados: 24 coleções de Língua Portuguesa, 16 de Matemática, 13 de Ciências, 19 de Geografia e 19 de História. No caso de Ciências, foram avaliados 21 livros, tendo, portanto, uma aprovação de aproximadamente 60%.

Nossa pesquisa focou-se nos conceitos sobre Astronomia presentes nos quatro volumes (5ª a 8ª séries) das 13 coleções, totalizando 52 obras (Tabela 1), aprovadas no PNLD 2008 e presentes no Guia de Livros Didáticos.

Tabela 1 – Coleções de Ciências aprovadas no PNLD 2008 (BRASIL, 2007).

Código	Autores	Título	Ano/edição	Editora
8COL04	Silvia Bortolozzo Suzana Maluhy	Série Link da Ciência	2005	Edições Escala Educativa
23COL04	Carlos Barros Wilson Roberto Raulino	Ciências	2007 (3 ed.)	Ática
25COL04	Fernando Gewandsznajder	Ciências	2004 (2 ed.)	Ática
35COL04	Alexandre Alex Barbosa Xavier Maria Hilda de Paiva Andrade Marta Bouissou Morais Marciana Almendro David	Ciência e Vida	2007	Editora Dimensão
42COL04	Marcelo Jordão Nélio Bizzo	Ciências BJ	2007	Editora do Brasil
55COL04	Carlos Kantor José Trivellato Júlio Foschini Lisboa Marcelo Motokane Silvia Trivellato	Ciências Natureza e Cotidiano	2006	FTD
56COL04	Demétrio Gowdak Eduardo Martins	Ciências Novo Pensar	2006	FTD
68COL04	José Luiz Carvalho da Cruz Elena Versolato Maíra Rosa Carnevalle Rita Helena B. de Oliveira	Projeto Araribá - Ciências	2004	Moderna
69COL04	Eduardo Leite Canto	Ciências Naturais Aprendendo com o cotidiano	2004 (2 ed.)	Moderna
86COL04	Alice Costa	Ciências e Interação	2006	Positivo
98COL04	Selma A. de Moura Braga Maria Emília C. de Castro Lima Ruth Schmitz de Castro Mairy B. Loureiro dos Santos Orlando Gomes de Aguiar Jr. Carmem Maria de Caro Nilma Soares da Silva Helder de Figueiredo e Paula	Construindo Consciências Ciências	2006 (2 ed.)	Scipione
119COL04	Ana Paula Hermanson Mônica Jakievicius	Investigando a Natureza Ciências para o Ensino Fundamental	2006	IBEP
148COL04	Aníbal Fonseca Érika Regina Mozena Olga Santana	Ciências Naturais	2006	Saraiva

Cada um dos quatro volumes de cada coleção foi avaliado de acordo com cinco parâmetros:

I. Frequência do conteúdo – as Figuras 1 e 2 apresentam o histograma das frequências de participações de temas relacionados à Astronomia;

II. Adequação e abrangência – as Tabelas 2 e 3 relacionam os conhecimentos/conceitos necessários em cada ciclo (3º e 4º), respectivamente, dos PCN e sua presença no livro;

III. Pesquisa, experimentação e prática – as Figuras 3 e 4 mostram a quantidade de atividades experimentais ligadas à Astronomia que cada livro apresenta;

IV. Ilustrações, diagramas e figuras – há uma análise dos diagramas e figuras utilizados pelos livros didáticos e suas legendas para a representação dos conhecimentos/conceitos. Nesta seção, procuramos perceber se a figura não condiz com o conteúdo exposto no texto e se a figura possui legenda que não a explica corretamente;

V. Erros – relacionamos os erros conceituais que ainda surgem numa análise dos livros didáticos. Este aspecto já foi abordado em outros artigos, como Canalle *et al.* (1997), Trevisan *et al.* (1997), Leite e Hosoume (2005) e Bizzo *et al.* (1996) e visa alertar para que questões como esta sejam excluídas dos livros didáticos;

VI. Comentários adicionais – este parâmetro foi incluído na pesquisa para que a análise se tornasse mais detalhada, gerando uma forma a mais de explicitar como os conteúdos de Astronomia estão sendo trabalhados pelos autores.

3. Resultados

I. Frequência do conteúdo - Considerando a frequência de conteúdos de Astronomia incluídos nos 3º e 4º ciclos dos PCN, obtivemos como resultado as figuras 1 e 2. No eixo horizontal, temos os códigos das coleções dos livros didáticos, bem como os volumes (1 a 4) que as compõem. No eixo vertical, temos o histograma de frequência, apresentando as participações de temas relacionados à Astronomia nos livros didáticos que foram avaliados.

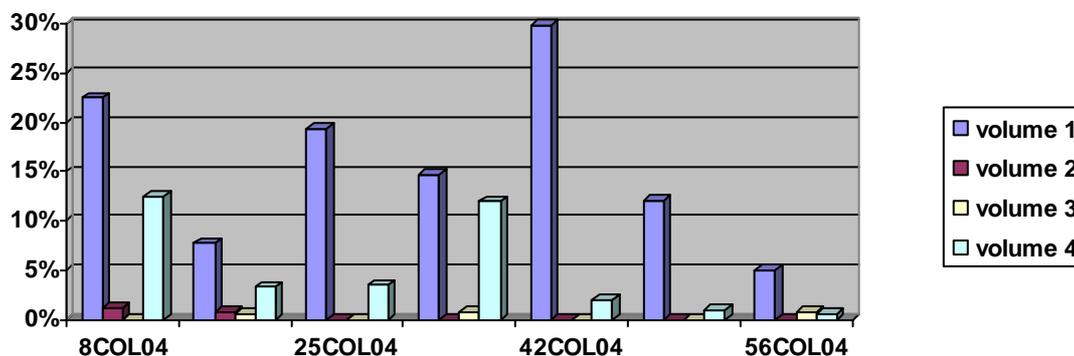


Figura 1 – Histograma de frequência apresentando as participações de temas relacionados à Astronomia para os sete primeiros livros listados na Tabela 1.

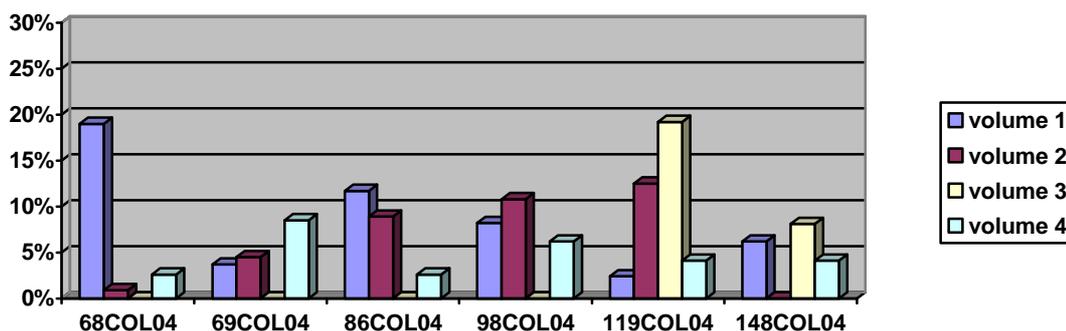


Figura 2 – O mesmo da Figura 1, mas para os demais livros listados na Tabela. 1.

Com isso, percebe-se uma concentração de conceitos/conhecimentos de Astronomia nos volumes usados na 5ª série, seguida, de longe, pelos volumes da 8ª série.

II. Adequação e abrangência

As tabelas 2 e 3 que seguem foram construídas com o intuito de facilitar a leitura da presença ou não dos conteúdos centrais presentes nos 3º e 4º ciclos dos PCN. Tais conteúdos englobam tanto conceitos/conhecimentos quanto as atividades de observação. É importante esclarecer que os PCN apresentam, para cada uma das áreas e para cada um dos temas propostos (Língua Portuguesa, Matemática, Ciências Naturais, História, Geografia, Arte, Educação Física e Língua Estrangeira) um documento específico que parte de uma análise do ensino da área ou do tema, de sua importância na formação do aluno do ensino fundamental e, em função disso, apresenta uma proposta detalhada de objetivos, conteúdos, avaliação e orientações didáticas (Brasil, 1998) num texto discursivo. Com isso, foi necessária uma adaptação do texto que continha o eixo temático **Terra e Universo** dos PCN para o formato de tabela, onde os conceitos/conhecimentos foram inseridos em linhas distintas, tornando-se possível uma catalogação desses elementos, e cada coluna foi ocupada por volumes diferentes das coleções analisadas.

Assim, as tabelas possibilitam identificar em qual volume a coleção insere os conteúdos propostos e por questões didáticas, as tabelas foram divididas em 3º ciclo (5ª e 6ª séries) e 4º ciclo (7ª e 8ª séries).

Analisando a organização dos conteúdos referentes ao 3º ciclo, evidencia-se a concentração deles no volume da 5ª série. Isto acontece pela tradição das escolas e dos autores de livros em incluir nos livros da quinta série temas ligados aos elementos da Natureza (água, solo, ar) e Sistema Solar. Já os volumes da 6ª série são estruturados baseando-se na classificação dos seres vivos e suas características. Com isso, este volume restringe-se a mostrar, na maioria das vezes, o papel do dia e da noite no relógio biológico dos seres vivos e caracterizar a estrutura interna da Terra, sua superfície e sua atmosfera. No 4º ciclo também existe a tendência de fragmentação de objetivos e conteúdos, sendo que os volumes da 7ª série tratam do corpo humano e os de 8ª introduzem os conceitos de Física e Química. Isto acarreta a completa inexistência de temas de Astronomia em oito dos volumes de 7ª série das coleções avaliadas. Dos outros cinco, a exceção ocorre pois os autores de duas coleções não seguem a

organização dos conteúdos tradicional e apresentam os temas de Astronomia no volume da 7ª série e os outros, apenas um ou dois parágrafos em todo o volume. Nos volumes da 8ª série o estudo dos tipos de forças apresenta aos alunos a gravidade, Newton e os conceitos de massa e peso. A introdução à Óptica ajuda nas explicações necessárias sobre o funcionamento dos binóculos e telescópios e em apenas três coleções os autores preocuparam-se em apresentar a visão dinâmica da Terra no Universo, explicando a estrutura das galáxias e do próprio Universo.

Tabela 2 – Conteúdos centrais de Astronomia presentes no eixo temático Terra e Universo do 3º ciclo

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		✓	✓		✓										✓								✓		✓	

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

Org.: Amaral, 2008.

Tabela 3 – Conteúdos centrais de Astronomia presentes no eixo temático Terra e Universo do 4º ciclo

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, 2008.

III. Pesquisa, experimentação e prática

Analizamos a quantidade de atividades de pesquisa, experimentação e prática apresentadas nos volumes aos quais os alunos têm acesso. Não incluímos em nossa pesquisa os manuais para professores que por ventura apresentem tais atividades, já que o objetivo delas é aproximar o aluno da prática e esse tipo de veículo impossibilita o acesso por parte do aluno às informações.

Basicamente as experiências propostas pelos autores utilizam materiais de baixo custo (bolinhas de isopor, canudinhos, etc.) para simular a posição dos astros em diferentes fenômenos (dia e noite, estações do ano e eclipses, por exemplo), privilegiando a observação ou verificação do que acontece. Além disso, há sugestões de construção de vários tipos de relógios (egípcio, de sol, de areia, de água), de balança de pratos e de bússola.

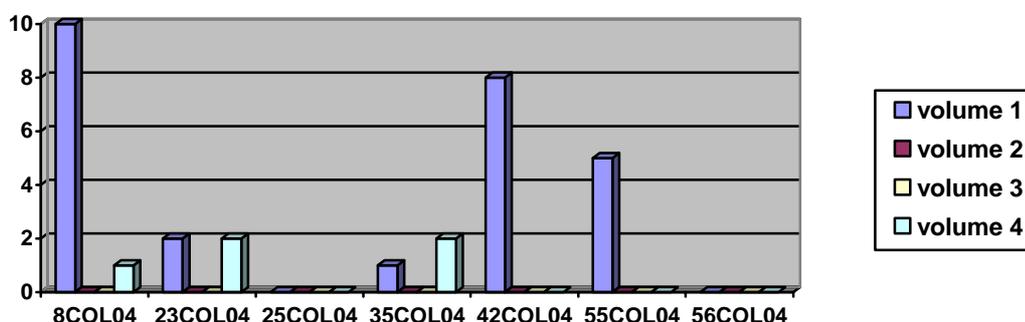


Figura 3 – Gráfico com o número de atividades práticas de Astronomia presente nos seis primeiros livros didáticos listados na Tabela 1.

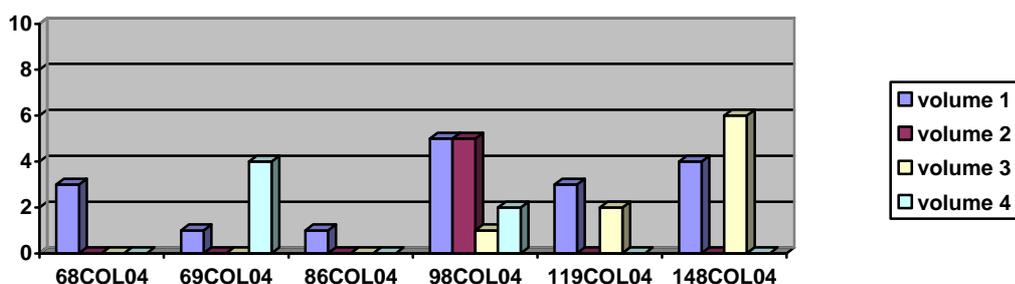


Figura 4 – O mesmo da Figura 3, mas para os demais livros listados na Tabela 1.

IV. Ilustrações, diagramas e figuras

As ilustrações, diagramas e figuras dos livros didáticos devem auxiliar no entendimento do conteúdo, já que representam a realidade. Entretanto, historicamente, os autores utilizam-se de ilustrações que comprometem a informação que deve ser repassada. Responsabilizando os diagramadores, que, via de regra não têm a formação em astronomia, as editoras publicam os livros contendo imprecisões que foram encontradas já em edições anteriores, pontuadas por pesquisadores e ainda não foram corrigidas. Nas edições analisadas, temos alguns exemplos:

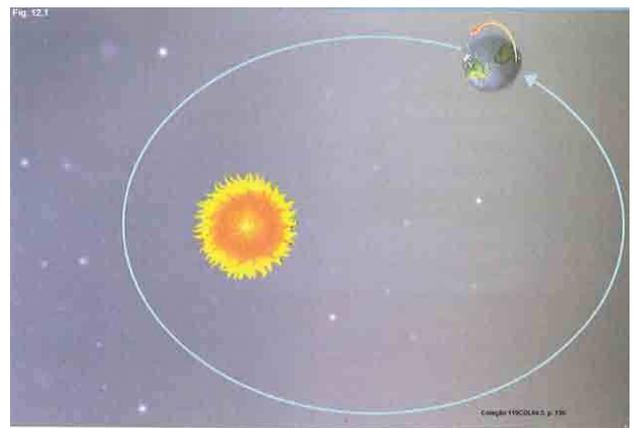
i. Órbita demasiadamente excêntrica

As Figuras 5, 6 e 7 apresentam órbitas muito excêntricas para a Terra e também para os outros planetas, que não são reais. Além disso, o tamanho e a órbita dos planetas não estão em escala. Com isso, poderá haver uma ligação equivocada entre a proximidade/afastamento do planeta ao Sol como responsável pelas estações do ano (verão/inverno).



Esquema da órbita elíptica da Terra. (Elementos representados sem proporção de tamanho entre si. Cores-fantasia.)
Coleção 23COL04-1 - p. 239.

Figura 5 – Esquema da órbita elíptica da Terra.
Fonte: Coleção 23COL04, v. 1 p.239



Órbita elíptica da Terra.

Figura 6 – Órbita elíptica da Terra.
Fonte: Coleção 119COL04, v. 3 p.130

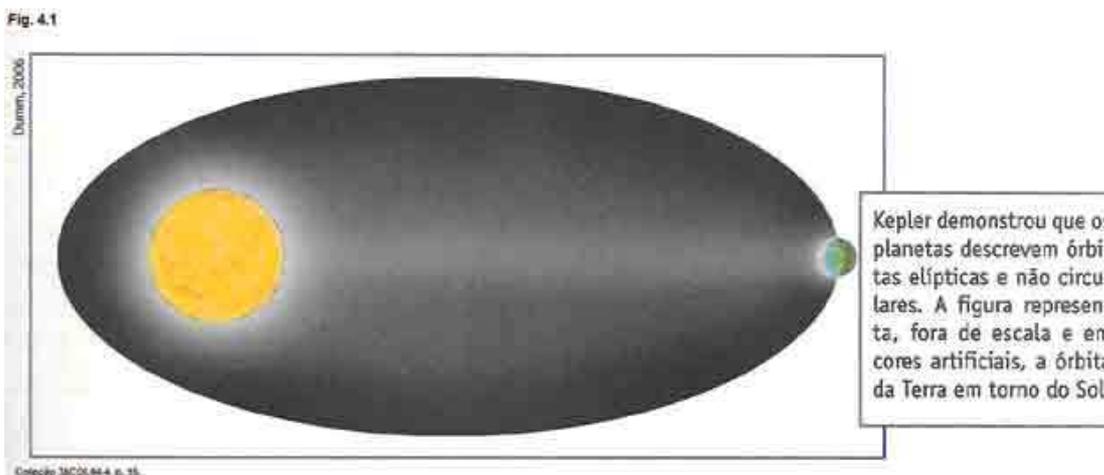


Figura 7 – Órbita elíptica da Terra em relação ao Sol.
Fonte: Coleção 35COL04, v. 4 p.15

ii. Planetas alinhados

As Figuras 8 e 9 mostram a representação esquemática bastante conhecida do Sistema Solar com os planetas alinhados. Desta forma, a ilustração pode levar o leitor a uma concepção errônea de que os planetas orbitam o Sol com velocidades angulares iguais, e que estariam sempre alinhados, o que não é verdade. Além disso, algumas ilustrações não mostram os anéis de Júpiter, Urano e Netuno, os planetas não possuem diâmetros em escala e as órbitas são apresentadas equidistantes umas das outras, sem se preocupar em alertar sobre a dificuldade que encontramos ao tentar representar esta proporção, uma vez que qualquer escala usada não permitiria sua reprodução na página do livro.

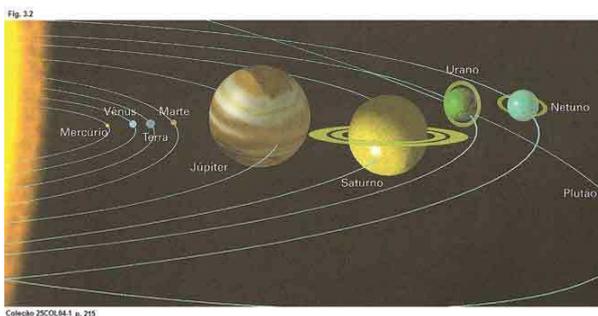


Figura 8 – Sistema Solar com os planetas alinhados.
Fonte: Coleção 25COL04, v. 1 p.215

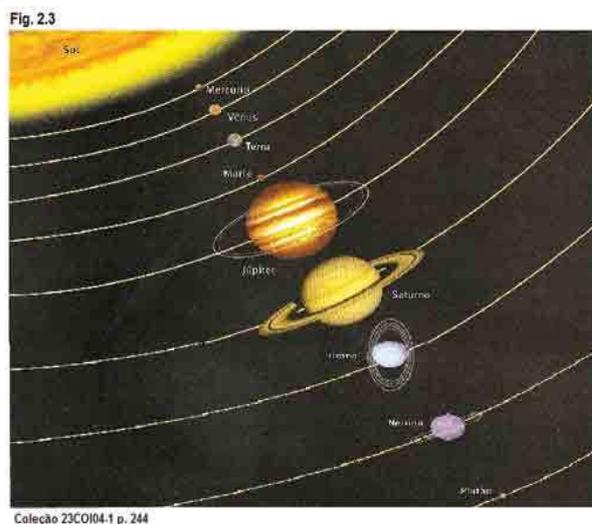


Figura 9 – Sistema Solar com os planetas alinhados.
Fonte: Coleção 23COL04, v. 1 p.244

iii. Cruzeiro do Sul

As Figuras 10, 11 e 12 foram retiradas de textos que tratam da orientação geográfica noturna, como na Astronomia Náutica. O problema é que as figuras ou os textos não ensinam corretamente como achar o Pólo Sul Celeste e também o Ponto Cardeal Sul. É o caso da legenda da Figura 10.

Para localizar o Pólo Celeste Sul, deve-se prolongar o eixo maior (da cruz) 4,5 vezes. Este não é exatamente o Pólo Celeste Sul, mas é um ponto que é satisfatoriamente perto dele. Do Pólo Celeste Sul, traçando uma perpendicular com o horizonte é que se determina o Ponto Cardeal Sul (ou Sul geográfico). Nas Figuras 11 e 12 retiradas dos livros didáticos analisados, percebe-se, no primeiro caso (Figura 11), que não há a preocupação de se prolongar o eixo maior na medida correta. Já a Figura 12 o faz, mas com cinco medidas iguais.



Figura 10 – Cruzeiro do Sul. O eixo maior dessa constelação, no sentido das estrelas Gama-Alfa, aponta aproximadamente para o Sul.

Fonte: Coleção 23COL04, v. 1 p.242



Figura 11 – Demonstração incorreta do uso do cruzeiro do Sul para localização.

Fonte: Coleção 98COL04, v. 1 p.270

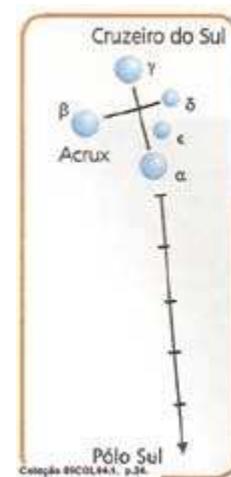


Figura 12 – Demonstração do prolongamento do eixo maior porém com a medida incorreta.

Fonte: Coleção 86COL04, v. 1 p.24

iv. Eclíptica deslocada

A coleção 119COL04 apresenta cartas celestes com a curva da eclíptica mal posicionada. Percebe-se que a eclíptica não passa em cima das constelações zodiacais. Além disto, nas cartas celestes apresentadas, o ponto que representa o Pólo Celeste Sul não está inserido na reta que corta a linha Norte-Sul da Figura 13 e 14.



Figura 13 – Carta celeste com a curva elíptica mal posicionada.
 Fonte: Coleção 119COL04, v. 3 p.132

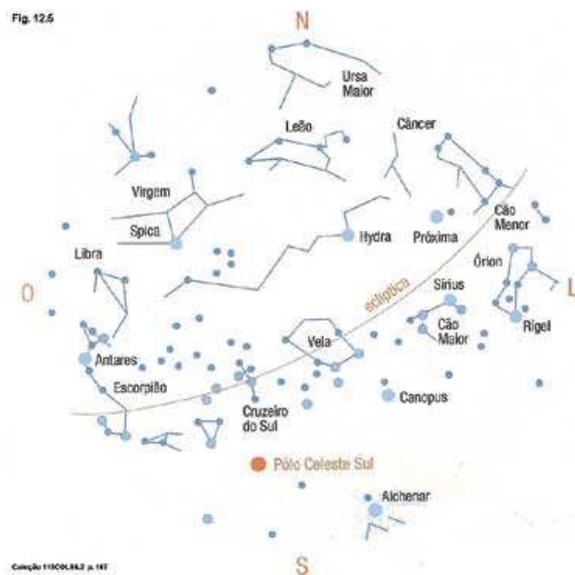


Figura 14 – Carta celeste com a curva elíptica mal posicionada.
 Fonte: Coleção 119COL04, v. 2 p.167

V. Erros conceituais presentes nas coleções

Além dos problemas com as imagens e diagramas, os livros didáticos analisados contêm erros conceituais que podem ser detectados diretamente nos textos e poderiam ser corrigidos com facilidade, mesmo por que alguns deles estão presentes em outras edições e publicações e já foram listados em vários artigos e pesquisas nesta área. Listamos, a seguir, alguns erros considerados “novos”, encontrados nos textos, que introduzem ou reforçam equívocos na área de astronomia.

a. Coleção 8COL04

“A esfera de estrelas fixas ficava localizada na porção exterior. Aí terminavam os limites do Universo. Esse modelo idealizado por Aristóteles, que viveu entre 384 a.C. e 322 a.C., foi modificado por Ptolomeu no séc. II d.C. e perdurou por mil anos.” 1º parágrafo p. 10, v. 1.

“Essa idéia básica de heliocentrismo (o Sol no centro do universo) já havia sido defendida muitos séculos antes, nos trabalhos de Aristarco de Samos (III a.C.), mas nunca fora aceita, prevalecendo a concepção defendida por Platão e Aristóteles e descrita por Ptolomeu, que perdurou até o séc. XVI.” 5º parágrafo, p. 10, v. 1.

As autoras dessa coleção trazem na mesma página (10) duas ações de Ptolomeu quanto ao modelo de Aristóteles: no 1º parágrafo, ele modifica; no 5º parágrafo, Ptolomeu descreve. O aluno não conseguirá compreender o papel de Ptolomeu na história da Ciência.

Numa legenda as autoras afirmam: “*O Cruzeiro do Sul é uma constelação visível apenas por quem vive no hemisfério sul e serve para orientação.*” p.46, v 4.

As autoras desconhecem que a constelação do Cruzeiro do Sul é visível no hemisfério Norte quando esta atinge a sua culminação superior (SOBREIRA, 2002).

b. Coleção 23COL04

“*A Lua é o satélite natural da Terra e fica a 382.166 km do nosso planeta.*” p. 80, v. 1.

Os autores fixam a distância da Lua, como se ela tivesse uma órbita circular, não esclarecendo a possibilidade do apogeu e perigeu, isto é, pontos de maior e menor altitude de um satélite em relação à Terra.

“*Todos os corpos do Sistema Solar descrevem uma órbita em torno do Sol. Como isto 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, v. 1.

Como na página 17 aparecem, figuras 8 e 9, os planetas alinhados, esta frase pode levar o aluno pensar que de fato os planetas giram alinhados.

“*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, v. 1.

Os autores favorecem o aspecto de magia que persegue os conceitos astronômicos.

“*Como o uso de uma balança que mede massa, pode-se verificar que a massa de um corpo é a mesma tanto na Terra como na Lua.*” p. 21, v. 4.

A balança não mede massa, mas sim a reação normal do contato do indivíduo com a superfície da balança. Para que seja feita uma medida de massa, é necessário realizar uma comparação com uma massa-padrão. Somente desta forma seria possível efetuar as mensurações quantitativas da grandeza física massa. Complementarmente, utilizando-se

uma balança de dois pratos é possível verificar a igualdade das massas, mesmo desconhecendo seu valor exato.

“Asteroides são pedaços de rochas que viajam no espaço.” p. 73, v. 4.

Os asteroides podem ser rochosos, ferrosos ou rochoso-ferrosos.

“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, v. 4.

Rigorosamente, em apenas dois dias do ano (equinócios) o Sol nasce no ponto Leste e se põe no ponto Oeste.

c. Coleção 25COL04

“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, v. 1.

O texto é confuso ao definir Via-Láctea, já que o autor primeiro fala de uma faixa branca e depois da galáxia.

“A nossa galáxia, a Via Láctea, tem provavelmente a forma de uma espiral. Na verdade, não podemos ver a forma da nossa galáxia porque estamos dentro dela (o Sistema Solar é um pequeno ponto dentro da Via Láctea).” p. 206, v. 1.

Dados recentes sugerem que além de ser uma galáxia espiral, a Via Láctea possui uma barra em seu centro. De fato, a astrofísica é capaz de captar radiações e inferir o tipo de nossa galáxia.

“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, v. 1.

Este modelo é completamente inadequado para a utilização em Astronomia.

“No movimento de rotação, os planetas giram sobre o próprio eixo, como se fossem piões.” p.214, v. 1.

O movimento de pião do planeta chama-se precessão dos equinócios e não é comentado pelo autor.

“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, v. 1.

Seria adequado o autor esclarecer que podemos ainda ver a Lua, mas sem toda a luminosidade que caracteriza a sua fase cheia, e que os tons avermelhados que aparecem em algumas ocasiões, por exemplo, são consequência da quantidade de poeira na atmosfera.

d. Coleção 35COL04

“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, v. 1.

O texto é confuso ao definir o dia, já que os autores primeiro dizem que o dia tem 24 horas e depois definem o dia como o tempo da rotação do planeta.

e. Coleção 42COL04

“Por exemplo, na noite de domingo de Páscoa geralmente há um luar muito bonito, e ele sempre ocorre no início de outono no hemisfério Sul.” p. 24, v. 1.

Os autores confundiram o critério de determinação da Páscoa (primeiro domingo depois da Lua cheia que ocorre no dia ou depois do equinócio de outono no hemisfério Sul) com a presença da fase de Lua cheia no céu.

f. Coleção 55COL04

“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, v. 4.

A amplitude térmica de Marte é maior que os valores dados, que não especificam a época do ano que trata e nem a latitude.

g. Coleção 56COL04

“Nicolau Copérnico propunha que a Terra e os demais planetas que giravam em torno do Sol. Era o heliocentrismo.”

Ele estava certo.” p. 16, v. 1.

O sistema heliocêntrico proposto por Nicolau Copérnico continha alguns erros. Entre eles, o Sol não ocupa o centro do Universo, por exemplo.

h. Coleção 68COL04

“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, v. 1.

Esta afirmação somente é válida quando temos certeza de que a estrela está na seqüência principal do diagrama HR.

“A duração do ano em Mercúrio é menor do que a duração do seu dia.” p.8, v. 1.

Os autores trocaram Mercúrio por Vênus.

*“A palavra **equinócio** significa “duração igual”, ou seja, a duração do dia é igual à duração da noite.”* p.13, v. 1.

Equinócio, do latim, *aequi+noctium*, que significa noite igual.

“A Lua está a cerca de 380.000 km da Terra e é quase 50 vezes menor do que a Terra.” p. 14, v. 1.

Os autores não deixam claro a qual grandeza física se referem: massa, raio ou volume.

i. Coleção 119COL04

“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, v. 2.

As autoras definem, na verdade, um telescópio refletor.

“Asteróides: são pequenos planetas.” p. 110, v. 3.

Asteróides são corpos de dimensão muito menor que a dos planetas. A soma das massas de todos os asteróides do Sistema Solar não ultrapassa 1% da massa de Mercúrio.

“Cometas: corpos celestes com núcleo de gelo e cauda formada pelo vento solar.” p. 110, v. 3.

Os cometas possuem, basicamente, dois tipos de caudas. Uma delas de fato é formada pela interação com as partículas energéticas do vento solar, porém, a outra é formada pelo derretimento do gelo de seu núcleo pela proximidade do Sol.

“Na Idade Média (séc. 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, v. 3.

Dizer que a Idade Média foi um período de estagnação científica não é preciso. Após o declínio da civilização grega, o centro de investigação astronômica transferiu-se para os povos árabes, sendo por eles divulgada na Europa e no Oriente Médio. O interesse pela astronomia floresceu no mundo árabe a partir do séc. IX, quando provavelmente foi feita a tradução do **Almagesto** para esta língua. Os árabes realizaram a ponte entre a civilização grega e a época do Renascimento no séc. XV ao contribuírem para conservar a primeira e preparar o desenvolvimento da segunda. Esse povo soube aperfeiçoar os saberes helênicos, criando seu próprio conhecimento. Nomes como Yahya-Ibn Abi Mansur (?-832), Abul-Abbas Ahmad al-Farghani, Thabit ben Qurrah (836-901), Al Battani (858-929) da Escola de Bagdá; Ibn Yunus (979-1005) e Abu ali-Hasan Ibn al-Haytham (965-1040) da Escola do Cairo, entre outros, foram responsáveis pela construção de instrumentos astronômicos, em particular astrolábios; pelo estabelecimento de tábuas astronômicas; aperfeiçoamento dos meios de determinação das posições dos astros no céu; criação de efemérides astronômicas, de uso universal até os dias de hoje sob forma eletrônica; aperfeiçoamento de instrumentos ópticos. Perceba que os árabes, na astronomia, não desenvolveram idéias verdadeiramente novas. Eles aperfeiçoaram, mas não inventaram. Apesar dos últimos representantes da astronomia árabe terem sumido no séc. XV, foram os seus conhecimentos, divulgados na península Ibérica, a base de toda a astronomia que possibilitou aos portugueses e espanhóis realizarem as grandes viagens marítimas (as chamadas “Grandes Navegações”). Além disso, a Igreja católica não dominava a produção científica; o pensamento reinante era no sentido de preservar, e não ampliar, o conhecimento existente.

“A distância também influencia na força de atração gravitacional. Se um objeto de 1 kg tem um peso de 10 N na superfície da Terra, quanto mais ele se afastar, menos estará sujeito à ação da força da Terra e, portanto, menor será o seu peso. Isso explica por que um satélite artificial ou uma estação espacial colocados num determinado ponto distante da superfície da Terra por lá permanecem, pois há um equilíbrio de forças.” p. 120/121, v. 3.

Nos satélites artificiais, na estação espacial e em qualquer outro corpo em órbita planetária só há uma interação, a gravitacional. Além do fato dos satélites estarem movendo-se em suas orbitas e não fixos no tal “determinado ponto” onde foi colocado.

“A Lei da Gravidade Universal não explica todos os movimentos, apenas aqueles com velocidade menor que a da luz. Albert Einstein propôs, em 1916, a Teoria Geral da

Relatividade, que amplia a Lei da Gravitação Universal e mostrou-se aplicável a quaisquer corpos celestes, como estrelas gigantes ou buracos negros (que representam o fim da vida de uma estrela)”. p. 121, v. 3.

Inicialmente, não existe movimento cuja velocidade seja maior do que a da luz, como o texto sugere. Einstein propôs sua teoria em 1915 e ela aplica-se a corpos muito massivos.

*“O eixo da Terra não está na vertical, mas inclinado 23,4°.”
p.126, v. 3.*

Os autores não esclarecem em que referencial esta inclinação ocorre.

“As datas das estações do ano são apresentadas como fixas: 21/12 (verão), 21/3 (outono), 21/6 (inverno) e 21/9 (primavera).” p. 131, v. 1.

As datas dos solstícios e equinócios não são fixas.

“As fases da Lua acontecem por que 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, v. 3.

Pelo menos duas fases, e diversos aspectos, ocorreriam se não houvesse uma diferença dos planos de órbita da Terra e da Lua.

j. Coleção 148COL04

*“A maioria dos corpos que estão (sic) na região da superfície dos planetas é atraída por eles por interação gravitacional.”
p. 17, v. 4.*

Os autores cometem dois erros conceituais bem sérios: o primeiro refere-se à idéia de que algum corpo pode não interagir gravitacionalmente com outro; o segundo trata da interação gravitacional ocorrer exclusivamente na superfície dos planetas.

k. Erro comum

Em várias coleções, podemos perceber que os autores afirmam que durante a fase da Lua nova, o satélite não aparece no céu. A Lua nova nasce aproximadamente às 6 horas da manhã e se põe às 18 horas, ficando visível no céu durante o dia. Veja as várias interpretações para o mesmo fato:

Coleção 25COL04 - “*Por isso a Lua não pode ser vista no céu. Essa é a fase de lua nova.*” p. 233, v. 1.

Coleção 35COL04 - “*A face iluminada da Lua continua minguando até não mais ser vista da Terra.*” p. 64, v. 1.

Coleção 42COL04 - Sobre a Lua nova: “*Embora ela fique durante o dia visualmente próxima do Sol, não conseguimos vê-la no céu diurno. Com o pôr-do-sol, ela fica visível por alguns minutos, pouco antes de se pôr.*” p. 70, v. 1.

Coleção 68COL04 - “*Lua Nova – A Lua está entre o Sol e a Terra.*

Aspecto: não é visível.

Horário: nasce às 6 horas da manhã e se põe às 6 horas da tarde” p. 22, v. 1.

“*Por que não vemos a Lua durante a fase de Lua Nova?*” p. 22, v. 1.

Coleção 98COL04 - “*Quando a Lua está entre a Terra e o Sol, ela não pode ser vista da Terra. Essa fase é chamada de Lua nova.*” p.162, v. 2.

Coleção 119COL04 - “*Lua Nova: não se vê a Lua no céu.*” p. 137, v. 3.

VI. Comentários adicionais

Ao longo da pesquisa, outros aspectos presentes nos textos usados nos livros didáticos puderam ser analisados. Por exemplo, algumas coleções apresentam assuntos em volumes diferentes dos recomendados pelos PCN. A seguir fazemos anotações sobre aspectos relevantes.

As coleções 8COL04, 23COL04, 25COL04, 55COL04, 56COL04 e 68COL04 apresentam os cientistas que contribuíram para o desenvolvimento da Astronomia (Copérnico, Galileu e Newton) além dos sistemas geocêntrico e heliocêntrico nos volumes 1 ou 2, para alunos da 5ª e 6ª séries, apesar da recomendação dos PCN de tratá-los no 4º ciclo (7ª e 8ª séries).

Outro tópico a ser salientado diz respeito ao fato de que várias coleções antecipam o estudo de fenômenos como buracos negros, quasares, estrelas de nêutrons, gigantes vermelhas, estrelas anãs brancas e outros fenômenos envolvendo a evolução das estrelas e do próprio universo para o volume destinado a alunos da 5ª série. É o caso das coleções 25COL04 e 42COL04.

Apesar dos PCN salientarem que não é necessário explicitar as formulações matemáticas no estudo da força gravitacional, seis coleções (8COL04, 25COL04, 35COL04, 55COL04, 56COL04 e 148COL04) apresentam fórmulas matemáticas para

definir o peso ($P = m \times g$) e uma delas apresenta a Lei da Gravitação Universal de Newton matematicamente (35COL04).

Todas as coleções (23COL04, 25COL04, 35COL04, 5F6COL04, 68COL04, 98COL04) que tratam de satélites naturais dos planetas do Sistema Solar estão desatualizadas. Isto quer dizer que os autores apresentam o número de satélites sem salientar que aquele é o número conhecido até a data de conclusão da obra.

A coleção 25COL04 é a única que alerta os alunos para não olharem para o Sol sem a proteção do filtro de solda número 15. E a coleção 119COL04 avisa sobre olhar para o Sol ser perigoso.

As coleções 56COL04 e 68COL04 já nos atualizam sobre Plutão ter uma nova classificação (planeta-anão).

4. Considerações finais

As limitações dos livros didáticos presentes no mercado editorial, inclusive aqueles que foram objeto de avaliação pelo Ministério da Educação no âmbito do PNLD 2008, ainda são muito grandes. Informações imprecisas e/ou desatualizadas, além de inadequações de caráter conceitual e pedagógico, podem prejudicar o processo de ensino-aprendizagem. Um professor com formação deficiente no campo da Astronomia não estará em condições de identificar muitos dos problemas acima anotados. Além disso, a formação inicial dos docentes 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.

As avaliações feitas pelo governo federal já conseguiram retirar dos livros de Ciências afirmações do tipo: as estações do ano ocorrem pela proximidade ou afastamento da Terra em relação ao Sol, o Sol é uma estrela de quinta grandeza ou que as estrelas das constelações estão próximas umas das outras. Mas a maioria das obras analisadas insiste em afirmar que apenas Saturno possui anéis ou que o limite do Sistema Solar encontra-se em Plutão.

Houve uma melhora significativa na adequação das imagens aos conceitos a serem transmitidos. Hoje, os ilustradores avisam quando são utilizadas cores-fantasia nas imagens e quanto à falta de proporção nas escalas.

Considerando que o livro didático é o principal guia de conteúdos em sala de aula e tem também importante papel na formação dos docentes, é de extrema importância que as avaliações contribuam para melhorá-lo tanto em nível metodológico quanto técnico, evitando conteúdos fragmentados, superficiais, desarticulados e incorretos.

5. Referências

AMARAL, P. O Ensino de Astronomia nas séries finais do Ensino Fundamental: uma proposta de material didático de apoio ao professor. Brasília/DF, 2008. 101p. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – PPGE, Universidade de Brasília, UnB, 2008.

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

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

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

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

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

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

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

BORTOLOZZO, S.; MALUHY, S. **Série Link da Ciência**. São Paulo: Ed. Escala Educacional, 2005.

BRASIL. **Guia de livros didáticos PNLD 2008: Ciências**. Brasília: MEC, 2007. p.106.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais, terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 1998. 135 p.

CANALLE, J. B. G. TREVISAN, R. H. LATTARI, C. J. B. **Análise do conteúdo de astronomia de livros de Geografia de 1º grau**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 14, n. 3, p. 254-264, dez./1997.

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

CARO, C. M. *et al.* **Construindo Consciências, Ciências**. 2 ed. São Paulo: Scipione, 2006.

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

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

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

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

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

GEWANDSZNAJDER, F. **Ciências: Matéria e Energia**. 2 ed. v. 4. São Paulo: Editora Ática, 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**. São Paulo: IBEP, 2006.

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.

_____. **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.

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

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

SOBREIRA, P. H. A. **Astronomia no ensino de Geografia: análise crítica nos Livros Didáticos de Geografia**. São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, Dissertação de Mestrado, p. 276, 2002.

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. abril/1997.

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