
ENSINO DE ASTRONOMIA: ERROS CONCEITUAIS MAIS COMUNS PRESENTES EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS⁺*

Rodolfo Langhi

Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – UNESP

Roberto Nardi

Departamento de Educação – UNESP

Bauru – SP

Resumo

O objetivo central deste artigo é refletir sobre a questão dos erros conceituais de Astronomia presentes em livros didáticos, uma vez que estes recursos representam, muitas vezes, a única fonte de consulta utilizada pelo professor no preparo de suas atividades didáticas. Visando subsidiá-lo em sua prática pedagógica, o artigo apresenta, a partir de estudos de pesquisadores em ensino de Ciências, um levantamento bibliográfico sobre os problemas conceituais mais comuns acerca do tema. São realizadas, ainda, breves reflexões a respeito de problemas de ensino e aprendizagem, possivelmente decorrentes dos erros assinalados inicialmente. Resultados de algumas pesquisas sobre o tema, divulgadas após a revisão dos livros didáticos empreendida pelo Ministério da Educação nos últimos anos, dentro do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), também são elencados.

Palavras-chave: *Ensino de Ciências, ensino da Astronomia, avaliação do livro didático, erros conceituais.*

⁺ Astronomy teaching: common conceptual mistakes found in Science textbooks

^{*} *Recebido: maio de 2006.*

Aceito: fevereiro de 2007.

Abstract

This paper takes into consideration Astronomy conceptual mistakes present in Science textbooks, in order to help teachers, since this resource is, in many cases, the only one teachers consider when preparing their didactical activities. Aiming to help them in pedagogical practice, this paper shows a bibliographical survey of the most common conceptual problems found, according to former work done by Science Education researchers in the last few years. We also report brief reflections about possible teaching and learning problems due to those mistakes and outcomes of some researches about this subject. It is also included the recent textbooks evaluation undergone in the last years in the called Didactical Textbooks National Plan (PNLD) carried out by the Brazilian Ministry of Education.

Keywords: *Science Education, Astronomy teaching, textbooks evaluation, conceptual mistakes.*

I. Introdução

Diversas pesquisas nas últimas décadas no Brasil vêm enfocando questões ligadas às dificuldades do professor no ensino de Astronomia. Dentre essas dificuldades, destaca-se a presença de erros conceituais em livros didáticos, uma vez que este recurso pedagógico é, muitas vezes, a única fonte de consulta utilizada pelo professor da educação básica para o preparo de suas atividades didáticas. O artigo trata dessa questão, com considerações derivadas de um estudo mais abrangente (LANGHI, 2004) que procurou analisar as implicações da inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental, abordando uma série de dificuldades e expectativas desses profissionais. Discute-se ainda uma possível relação entre os erros conceituais nos livros didáticos e as concepções alternativas que apresentam alunos e professores.

Inicialmente, destaca-se aqui o papel do livro didático nos processos de ensino e aprendizagem e efetua-se uma revisão de trabalhos presentes na literatura sobre os erros conceituais mais comuns em livros didáticos. Subsidiar o professor dos anos iniciais do Ensino Fundamental em sua ação didática é o maior intuito deste trabalho.

O artigo relata também como esses erros conceituais podem constituir-se em um relevante fator contribuinte para soluções de problemas nesse processo de ensino e aprendizagem e apresenta breves reflexões, relacionando tais erros, direta ou indiretamente, com algumas concepções alternativas a respeito de conteúdos de Astronomia persistentes em alunos e professores.

Acredita-se que a importância da pesquisa bibliográfica aqui relatada reflete-se na eventual possibilidade de esta resultar em uma contribuição para que alguns deslizes cometidos no ensino de Astronomia possam tornar-se transparentes aos educadores da área. Sabe-se que tais erros estão presentes não só nos livros didáticos, mas também nas concepções de alunos e dos próprios professores, muitas vezes ignorados por longo tempo.

O artigo finaliza por demonstrar que, apesar de o livro didático ter passado recentemente por uma série de avaliações por parte do MEC (Ministério da Educação), assegurando a correção de muitos erros conceituais, vários outros ainda continuam presentes nestas publicações (LEITE; HOSOUME, 1999).

II. O papel do livro didático no ensino de Ciências

Segundo o Ministério da Educação, o livro didático é uma das principais formas de documentação e consulta utilizadas por professores e alunos no país, chegando, às vezes, a “influenciar o trabalho pedagógico e o cotidiano da sala de aula” (BRASIL, 2003). Em muitos casos, dependendo da região onde se encontra no país, o professor de Ciências possui como única fonte de consulta o próprio livro didático (MALUF, 2000). Segundo Moreira e Axt (1986), a questão do livro pode ser examinada sob a seguinte perspectiva: “em um dos extremos está a não utilização de livros e no outro está o uso inflexível de um único texto didático”.

Se as posições dos autores acima mostram a importância do livro didático para o processo de ensino e de aprendizagem, por outro lado sua significação nos leva a “compreender a dimensão das preocupações e críticas dos especialistas e outros segmentos da sociedade em relação à qualidade de seu conteúdo” (SANDRIN; PUORTO; NARDI, 2005).

Mas o que classificaria um livro didático como sendo um instrumento aceitável para o ensino de Ciências? Entende-se por um ‘bom’ livro didático de Ciências aquele que leva em consideração, no mínimo cinco pontos fundamentais, segundo Bizzo (1996):

– O livro não deveria se limitar simplesmente ao incentivo à memorização de enunciados, fórmulas ou termos técnicos.

- As atividades propostas pelos livros didáticos devem incluir demonstrações eficazes e atividades experimentais bem formuladas.
- O aluno deveria, ao usar o livro, perceber a interdisciplinaridade constante em seu conteúdo.
- A cultura, a experiência de vida e os valores éticos e religiosos dos alunos devem ser respeitados.
- As figuras e ilustrações devem ter a precaução de transmitir a veracidade das informações, como nos livros de Ciências mais modernos, que se caracterizam por uma crescente utilização de imagens e recursos gráficos.

Em uma pesquisa com uma amostra de professores de escolas públicas do Ensino Fundamental, Megid Neto e Fracalanza (2003) apresentam as principais características que devem estar presentes nos manuais escolares: articulação dos conteúdos; textos, ilustrações e atividades diversificados que tratem do contexto de vida do aluno; estímulo à reflexão e criticidade; ilustrações com boa qualidade gráfica, legendas e proporções corretas; atividades experimentais de fácil realização e com material acessível, sem representar riscos físicos ao aluno; isenção de preconceitos sócio-culturais e manutenção de estreita relação com diretrizes e propostas oficiais.

Além disso, segundo Trevisan (1997), para se tornar aceitável, o livro didático de Ciências precisa libertar o estudante dos “preconceitos, do misticismo, da magia e das crendices presentes no seu cotidiano”, o que se aplica diretamente à Astronomia.

Para Fracalanza (1992), “a partir dos resultados das diversas pesquisas que analisam os livros didáticos de Ciências no Brasil, o panorama que se descortina não é nada alentador”, pois o livro didático parece ser um “mero reflexo das condições de ensino no país”, embora não possa ser considerado como responsável por tais condições, ainda que as reforce.

III. Erros conceituais mais comuns em Astronomia encontrados nos livros didáticos

A pesquisa sobre erros conceituais em livros didáticos de Ciências, incluindo o tema Astronomia, já vem sendo realizada por muitos especialistas na área, significando uma grande contribuição para a educação brasileira. Dentre seus autores, podemos citar: Pretto (1985), Bizzo (1996), Trevisan (1997), Canalle (1994, 1997) e Paula e Oliveira (2002). Mais nomes são citados em um trabalho realizado por Ferreira e Selles (2003), em que são analisados periódicos nacionais sobre a produção acadêmica brasileira que investiga livros didáticos em relação ao

ensino de Ciências: Axt e Bruckmann, Pimentel, Monteiro Junior e Medeiros, Ostermann e Ricci, Tiedemann, e Mohr. Outros trabalhos, tais como os de Tignaneli (1998), Boczko (1998) e Trevisan (1997), mencionam a falta de cuidados com a terminologia utilizada nos textos, pois palavras como giro, rotação, revolução ou translação são muitas vezes empregadas sem distinção, podendo causar possíveis problemas de ensino e aprendizagem em Astronomia.

Dentre os diversos erros conceituais em Astronomia encontrados nos livros analisados, destacam-se neste artigo os mais comuns, relativos a conteúdos sobre estações do ano; Lua e suas fases; movimentos e inclinação da Terra; representação de constelações; estrelas; dimensões dos astros no Sistema Solar; número de satélites e anéis em alguns planetas; pontos cardeais; características planetárias; aspectos de ordem histórica e filosófica relacionados com Astronomia.

Estações do ano

Muitos livros didáticos explicam as estações do ano como sendo consequência do afastamento e da aproximação da Terra em relação ao Sol no decorrer do ano (PAULA; OLIVEIRA, 2002). Uma das ilustrações de um destes livros mostra a órbita da Terra exageradamente elíptica, com o Sol deslocado dos focos da elipse, e o texto acompanhante explica que a Terra, ao girar em torno do Sol, ora fica mais perto, ora mais afastada dele, o que faria ocorrer meses mais quentes e meses mais frios (BIZZO, 1996).

Mais recentemente, no enunciado de uma das questões de um teste do concurso público para o provimento do cargo de professor de Ciências Físicas e Biológicas para o Estado de São Paulo, verificou-se a persistência do erro conceitual das estações do ano: “Dentre os diversos fatores responsáveis pelas alterações sazonais no clima do planeta, bem como da variação do fotoperíodo, destacam-se os movimentos relativos entre a Terra e o Sol, e a variação das distâncias entre estes corpos celestes” (SÃO PAULO, 2003).

No entanto, sabe-se que a causa principal das estações do ano se deve ao fato da variação de calor recebida pelos diferentes hemisférios da Terra em função das diferentes posições desses hemisférios em relação ao Sol ao longo de um ano completo, devido ao eixo de rotação da Terra se manter, durante milênios, praticamente paralelo a uma mesma direção fixa no espaço e estar inclinado de cerca de 66.5° graus em relação ao plano da órbita da Terra (MOURÃO, 1998).

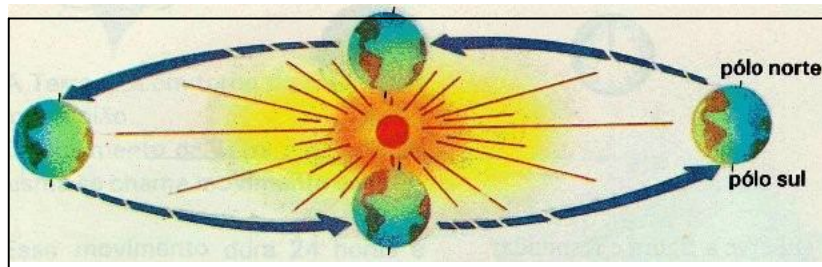


Fig. 01 - Ilustração de um livro didático mostrando que a causa das estações do ano é a variação de distância da Terra ao Sol (PASSOS et al, 1988 apud PAULA e OLIVEIRA, 2002).

A inclinação no eixo de rotação terrestre garante que, em determinadas épocas do ano, um dos hemisférios sempre recebe mais luz solar durante o período de rotação de aproximadamente 24 horas, enquanto que no outro, ocorre justamente o inverso. Deste modo, no primeiro caso temos a parte do dia claro mais longa do que a noite (verão), e no segundo caso, a noite será mais longa (inverno). No entanto, em dois dias do ano, a Terra fica em uma posição específica em que a inclinação do seu eixo de rotação implica num recebimento de luz solar de modo praticamente uniforme em ambos os hemisférios, proporcionando uma duração igual entre o dia claro e a noite (equinócios de primavera e outono). Aliás, a palavra “equinócio” significa basicamente “noites iguais”.

A Lua e suas fases

Em grande parte dos livros didáticos, as fases da Lua são explicadas como conseqüências de eclipses ocasionados pela sombra da Terra na superfície lunar. O texto de um desses livros analisado por Bizzo (1996), por exemplo, explica que as fases lunares são ocasionadas pelo fato de a Terra começar a fazer sombra parcialmente sobre a Lua, formando o quarto minguante. Quando a sombra é projetada totalmente sobre a Lua, de modo a não tornar-se mais visível, acontece a lua nova. Movimentando-se a Terra e Lua, e esta voltando a iluminar-se, ocorre a fase quarto crescente.

Os eclipses lunares realmente ocorreriam a cada lua cheia caso o plano da órbita lunar coincidissem com o plano da órbita terrestre. Mas não é o caso. Como essas órbitas possuem uma inclinação de cerca de 5° entre si, nem sempre a lua cheia será atingida pela sombra da Terra. Somente haverá esse fenômeno

quando a lua cheia estiver justamente cruzando a intersecção dos planos orbitais, o que acontece devido a um movimento do próprio plano da órbita da Lua. Assim, a frequência dos eclipses lunares (bem como os solares) será relativamente pequena e não semanalmente, como sugeriram alguns livros didáticos.

As fases lunares devem-se ao fato de a Lua mudar a sua aparência (e não por lhe faltar um pedaço físico ou por ser ocultada pela sombra terrestre), devido ao seu movimento em torno da Terra, em relação ao Sol, que ilumina determinadas porções da Lua, ao orbitar o nosso planeta.

Por causa desse movimento, vê-se a Lua a cada noite alterando o seu aspecto, iluminando-se gradualmente até a fase cheia ou, cada noite sendo gradualmente menos iluminada até a fase nova. Em decorrência desse movimento, também, a Lua nasce aproximadamente 50 minutos mais tarde no dia seguinte, o que ocasionará o aparecimento dela em plena luz do dia a cada mês (BOCZKO; LEISTER, 2003).

Outra concepção alternativa gerada nos leitores de alguns livros didáticos é que a Lua possui apenas quatro fases, permanecendo em cada uma durante seus sete dias. Ou seja, permanecerá cheia, por exemplo, durante sete dias, passando depois diretamente para minguante, na qual ficará mais sete dias até a fase nova, e assim por diante (CANALLE, 1997). Mas o fato é que a Lua muda o seu aspecto a cada instante e, gradualmente, varia as suas fases. Ao se observar a Lua através do telescópio durante algumas horas, é possível notar a 'linha' divisória do dia/noite lunar mover-se sensivelmente sobre as crateras de sua superfície, provocando um aumento (ou diminuição) da parte iluminada.

Dependendo da localização do observador na superfície terrestre, o aspecto da fase lunar pode mudar, o que geralmente não é mencionado nos livros didáticos. Assim, as pessoas no hemisfério sul verão a Lua crescente no céu sob a forma da letra 'C', ao passo que a Lua minguante possui o aspecto da letra 'D'. Isso proporciona uma facilidade para a identificação das fases: 'C' de Crescente e 'D' de Decrescente, ou minguante. Mas há o cuidado que se deve tomar no hemisfério norte, pois lá a situação se inverte, e as pessoas verão a Lua crescente como um 'D' e a minguante como um 'C'.

Movimentos e inclinação da Terra

Alguns livros possuem informações equivocadas quanto a alguns movimentos do nosso planeta. Por exemplo, ao se afirmar que a Terra realiza dois tipos de movimento, o de rotação e o de translação, apresenta um conceito incompleto, pois, na verdade, a Terra possui um único movimento, que pode decompor-

se em diversos outros (até agora se conhecem cerca de catorze movimentos componentes: rotação, translação, precessão dos equinócios, nutação, variação da excentricidade da órbita terrestre, marés da crosta terrestre, deslocamento do centro de gravidade Terra/Lua, variação de latitudes, variação da obliquidade da eclíptica, deslocamento da linha dos apsides, translação do Sistema Solar, deslocamento do centro de gravidade do Sol, rotação da Via Láctea, movimento de expansão do Universo), sendo o de rotação e o de translação apenas dois deles (TREVISAN, 1997). Ademais, um desses componentes se subdivide ainda em mais outros, cerca de 100 subcomponentes.

As afirmações de que a Terra está inclinada a 23.5° são igualmente incompletas, pois não há esclarecimentos se a inclinação é em relação a uma referência e para alguma direção (CANALLE, 1997). O eixo da Terra está inclinado cerca de 23.5° em relação à perpendicular ao plano de sua órbita, ou a 66.5° em relação ao plano da órbita terrestre. Dizer que a inclinação se dá à direita ou à esquerda, em uma visão espacial, é totalmente inconcebível para um observador.

Constelações

Alguns livros trazem a descrição de constelações como agrupamentos de estrelas, o que pode levar o aluno a crer que aquelas estrelas estão fisicamente próximas umas das outras, formando um conjunto espacial e interagindo-se gravitacionalmente. Em geral, as estrelas que formam uma constelação estão muito afastadas umas das outras, dando apenas a impressão para os habitantes da Terra de sua proximidade entre si, formando o que os livros didáticos chamam de agrupamento (TREVISAN, 1997). As estrelas de uma constelação podem estar, portanto, linear ou angularmente, muito distantes umas das outras (MOURÃO, 1998). A sua aproximação no céu noturno terrestre é apenas aparente.

A constelação não pode ser encarada, portanto, como sendo apenas aquele conjunto de estrelas que se enxerga no céu e que forma a figura de algum ser mitológico, como Órion, Escorpião ou Cruzeiro do Sul, por exemplo. A constelação envolve uma área na qual tudo o que estiver contido naquele determinado setor deverá ser considerado como parte daquela constelação. Por exemplo, a constelação do Cruzeiro do Sul não se compõe apenas das cinco estrelas habituais que formam a figura de um cruzeiro (quatro da cruz e uma de fraco brilho próxima da intersecção imaginária dos braços do cruzeiro), mas sim de um “retângulo” no céu abrangendo todos os objetos dentro dessa área, inclusive os visíveis apenas pelo telescópio. Assim, toda a abóbada celeste, sendo imaginariamente uma esfere-

ra, está dividida em 88 partes virtuais (como uma enorme colcha de retalhos), onde cada parte representa uma constelação no céu.

Estrelas entre órbitas planetárias

Em livros didáticos é comum, ao representar o Sistema Solar em uma figura, aparecerem estrelas pequeninas desenhadas entre os planetas (BOCZKO, 1998). Na realidade, é apenas uma questão de perspectiva da ilustração, como se estivessem num pano de fundo, uma vez que as estrelas estão a distâncias bem superiores as do Sol em relação à Terra. Porém, uma explicação desse tipo na legenda da figura deveria fornecer esclarecimentos ao leitor, pois, caso contrário, ele poderá formar o conceito de que estrelas são menores que planetas e que se localizam entre as órbitas deles, exatamente como enxergou na ilustração do livro didático. Isto confirma que “a abundância de imagens dos livros didáticos nem sempre facilita o entendimento dos conceitos” (PEÑA; QUILEZ, 2001).

Dimensões dos astros e órbitas planetárias

Em algumas figuras contidas em livros didáticos, as dimensões dos astros parecem dar uma falsa impressão de suas reais medidas. Trevisan (1997) destaca que em alguns livros didáticos o Sol parece possuir dimensões menores do que a Terra. Ao representar o Sistema Solar em uma página, é praticamente impossível representá-lo em escala, pois as distâncias dos planetas em relação ao Sol fariam com que a figura perdesse o teor didático. Novamente, as ilustrações não trazem esclarecimentos em suas legendas que alertem os alunos sobre a falta de escala (CANALLE; OLIVEIRA, 1994). Isto talvez induza o estudante à concepção de que o Sol é menor ou apenas um pouco maior que a Terra, ou que todos os planetas possuem diâmetros parecidos, que não existe o cinturão de asteróides, e que as linhas desenhadas para representar as órbitas são reais, como trilhos sobre os quais se movem os planetas. Quanto às dimensões, os PCN do terceiro e quarto ciclos (BRASIL, 1998) também não escapam de um erro numérico quando afirmam que o diâmetro da Terra é de 3000 km (a real medida é cerca de 12.756 km).

Outro problema está na representação do Sistema Solar em uma figura na qual é comum encontrar as órbitas dos planetas como elipses muito achatadas (excêntricas). Na verdade, as órbitas de quase todos os planetas são praticamente circulares se observadas a uma distância do Sistema Solar sugerida pela figura (CANALLE, 1997). No entanto, nem sempre consta na legenda da ilustração a explicação de que as órbitas achatadas são devido ao ponto de vista (perspectiva) do observador, o que pode induzir a concepção de que é facilmente possí-

vel perceber a excentricidade da órbita de um planeta ao se traçar o caminho que ele faz em torno do Sol. Como ilustra Caniato (1983), se a órbita elíptica da Terra fosse de fato tão excêntrica conforme as concepções alternativas de muitos alunos, professores e livros didáticos, o Sol deveria alterar perceptivelmente o seu tamanho aparente no céu à medida que a Terra se afastasse ou se aproximasse dele.

Por exemplo, a órbita de Plutão apresenta uma excentricidade (grau de achatamento) de 0.25 – a de maior excentricidade de todos os planetas (quando Plutão era oficialmente considerado como tal). No entanto, mesmo assim, sua órbita ainda se assemelha a uma circunferência e, devido a essa excentricidade, sua órbita penetra para aquém da órbita do planeta imediatamente inferior, Netuno.

Número de satélites e anéis

Saturno é comumente conhecido como o planeta dos anéis. De fato, ele possui anéis ao seu redor, mas não é o único planeta com esta característica. Júpiter, Urano e Netuno também os possuem, embora não sejam diretamente visíveis em telescópios terrestres, mas facilmente perceptíveis com sondas espaciais com suas câmeras posicionadas em condições especiais (ASIMOV, 1983). Assim, o livro didático que traz a informação de que Saturno é o único planeta com um sistema de anéis traz um erro conceitual que pode afetar tanto professores como alunos (TREVISAN, 1997).

Além dos anéis, os livros mais desatualizados trazem informações equivocadas sobre o número de satélites naturais (luas) que orbitam ao redor de planetas. Tais informações deixam de vir acompanhadas com observações de que aquele número é o conhecido até a data da publicação do livro, e que, devido a novas descobertas, esse número tende a aumentar (BOCZKO, 1998). Por exemplo, alguns livros didáticos ainda trazem a informação de que Júpiter possui 16 luas, mas sabe-se que, por enquanto, ele tem 63 ao todo. Quanto ao Sistema Solar completo, sabe-se (até o momento da revisão deste artigo para publicação) que o número de satélites naturais de cada planeta são: Terra: 1; Marte: 2; Júpiter: 63; Saturno: 56; Urano: 27; Netuno: 13.

Pontos Cardeais

O procedimento da localização dos pontos cardeais (Norte, Leste, Sul e Oeste) é normalmente descrito nos livros didáticos. Deve-se, porém, tomar a precaução de distinguir o ponto cardinal em si da região na qual ele se encontra. Alguns dos textos encontrados em livros didáticos, que tentam explicar o proce-

dimento para a determinação dos pontos cardeais, estão acompanhados da afirmação de que o Sol nasce no ponto cardinal Leste e se põe no Oeste (PAULA; OLIVEIRA, 2002). No entanto, o Sol não nasce e nem se põe sempre no mesmo ponto do horizonte durante o ano, por isso não se pode dizer que o Sol nasce todos os dias exatamente no ponto cardinal leste, nem que se põe exatamente no ponto cardinal oeste. Na realidade, isto só ocorre em dois dias por ano.

Este fato pode ser verificado com facilidade da seguinte maneira: se um observador na cidade de São Paulo, por exemplo, no mês de junho, adotar esse procedimento, ele estará cometendo um erro de aproximadamente vinte e três graus com relação aos pontos cardiais verdadeiros, ou seja, se a pessoa apontar para o nascente estará apontando para um ponto intermediário entre o nordeste e o leste e não para o ponto cardinal leste. Inversamente, se estiver apontando para o poente estará apontando para um ponto entre o noroeste e o oeste e não para o ponto cardinal oeste. Se ainda o mesmo observador procurar pelo Sol para se orientar, no mês de dezembro, verá que ele se encontra cerca de quarenta e cinco graus ao sul de onde tinha observado no mês de junho e ainda assim não estará nascendo no ponto cardinal leste e sim numa posição intermediária entre o leste e o sudeste (BOCZKO, 1998).

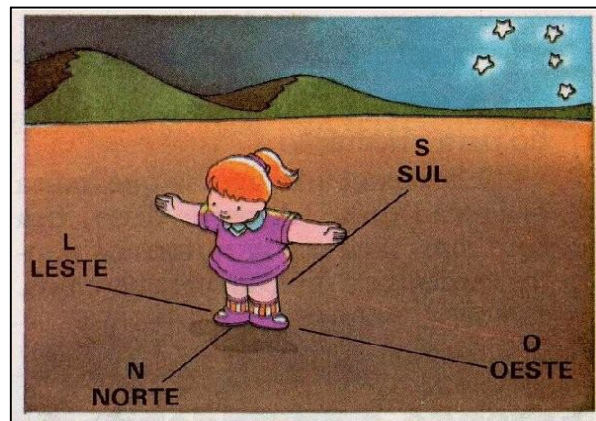


Fig. 02 – Desenho de um livro didático analisado por Paula e Oliveira (2002) em que não há indicação da posição do Pólo Celeste Sul no céu. Este método de orientação pode levar o aluno a encontrar ao longo da noite diversas posições para o Sul (PERUGINE; VALLONE, 1990 apud PAULA E OLIVEIRA, 2002).

Assim, a maneira indicada em tais livros didáticos capacita o aluno a se localizar, porém não o fará encontrar exatamente os pontos cardeais, mas achará a ‘região’ onde se encontra cada um.

Explicações sobre a utilização do Cruzeiro do Sul como referência para se encontrar o ponto cardeal sul também são encontradas em determinados livros com informações limitadas ou incompletas (PAULA; OLIVEIRA, 2002). Nem sempre o Cruzeiro do Sul estará visível na posição mostrada na figura do livro didático, ou ainda, existem certas épocas do ano em que o aluno nem verá esta constelação, pois estará muito próxima do horizonte ou abaixo dele, dependendo da latitude onde se encontra o estudante.

Além disso, vale lembrar que a ‘estrela polar’, uma estrela que se localiza quase que exatamente no pólo celeste norte, usada para achar facilmente o ponto norte, só é vista do equador para cima, ou seja, nos locais que se encontram no hemisfério norte. Assim, a maior parte do nosso país não enxerga essa estrela no céu e, portanto, não é possível utilizá-la como referência para localizar os pontos cardeais.

Aspectos históricos e filosóficos relacionados com a Astronomia

São inúmeros os casos na história da Ciência repletos de controvérsias, porém, como resultado da ditadura dos paradigmas (NEVES, 2002), permanece a insistência em ensiná-los nas escolas como fatos indiscutíveis. Algumas divergências a respeito da triunfal descoberta do planeta Netuno, por exemplo, colocam em dúvida a veracidade da história contada nos livros didáticos, em que os astrônomos Le Verrier (1811-1877) e Adams (1819-1892) teriam de modo independente utilizado ‘cálculos matemáticos extremamente precisos’ para descobrir a órbita de Netuno, tomando, como base, as perturbações que ocorriam com o planeta de órbita imediatamente inferior, Urano. Na realidade, para iniciarem os cálculos, eles tiveram que simplesmente ‘adivinhar’ ou ‘chutar’ uma massa para o planeta perturbador. Adams considerou uma massa de Netuno como 45 vezes a da Terra e Le Verrier 32, enquanto o valor real é de 17. Como resultado, Le Verrier – que apostou num valor mais próximo do real – calcula que Netuno estaria de 35 a 38 vezes mais distante do Sol do que a Terra, com um período de translação de 207 a 233 anos, quando os verdadeiros valores são 30 e 164, respectivamente. Como observa Ekeland (1987) apud Neves (2002), “foi como construir uma casa começando pelo teto, e os cientistas, infelizmente, têm esse costume”. Não obstante, Netuno foi encontrado a apenas 52 minutos de arco da posição indicada por Le

Verrier e a 2° e 30 minutos de arco da posição calculada por Adams (MOURÃO, 1998).

Este exemplo ilustra o cuidado que o professor deve considerar ao ensinar os seus alunos como se faz Ciência. Muitas vezes, a concepção que se divulga sobre Ciência e o método científico é que este seria uma rígida seqüência de passos que começa com a observação e culmina em uma conclusão ou descoberta genial, idéia que é muitas vezes também encontrada em livros didáticos. Nem o mais puro e ingênuo cientista observa algo sem ter a cabeça repleta de conceitos, princípios, teorias, os quais direcionam a observação; assim, é um erro pensar que o método científico começa na observação. “O cientista procede por tentativas, vai em uma direção, volta, mede novamente, abandona certas hipóteses, porque não tem equipamento adequado, faz uso da intuição, dá ‘chutes’, se deprime, se entusiasma, se apega a uma teoria. Enfim, fazer ciência é uma atividade humana” (OSTERMANN; MOREIRA, 1999). O cientista deve ser encarado como uma pessoa comum, não um ser alienado da realidade, trancado em laboratórios, vestindo jalecos brancos, e realizando descobertas fantásticas que mudam o rumo da história, de modo a contribuir para acumular cada vez mais o conhecimento científico. Ao contrário, a produção desse conhecimento se dá por construção, e não por um mero processo cumulativo e linear. A Ciência é viva e cresce basicamente por reformulações de conhecimentos prévios, pois há crises, rupturas, profundas remodelações nessas construções, de modo que modelos e conhecimentos científicos aceitos hoje podem ser ultrapassados amanhã. A Terra como centro do Universo, por exemplo, é um modelo que funciona bem até certo ponto, mas o modelo com o Sol no centro funciona melhor, embora este também não seja o centro do Universo. Até hoje, o átomo que é ensinado nas escolas, ainda não passa de um modelo, que poderá ser alterado no futuro. Assim, o conhecimento científico construído pelo homem não é definitivo e acabado, mas conforme Ostermann e Moreira (1999) muitas vezes o ensino de Ciências é feito como se fosse.

Com freqüência, no discurso do ensino de Ciências, encontram-se imposições camufladas de conceitos que obrigatoriamente devem ser aceitos pelos alunos, sem levá-los a uma discussão a respeito (LANGHI, 2004). Um exemplo já citado é o ensino do método científico como regras de passos rígidos e o modo de encarar a construção da Ciência. Outro exemplo é a visão nacionalista da superioridade, sobretudo dos países do hemisfério norte do nosso planeta. Esta concepção está disfarçada por trás do discurso contido em uma simples ilustração de livro didático, quando impõe a convenção adotada de que o pólo norte deve se posicionar para cima, num ar de vantagem sobre os países abaixo da linha do equador, quando não há um direcionamento prescrito no espaço. Sendo assim, a Terra bem

poderia ser representada com o pólo sul para cima e não muitos aspectos referentes a fenômenos astronômicos mudariam. Notamos que esse nacionalismo também se torna evidente na seqüência dos nomes das estações do ano, que são ensinados e memorizados normalmente iniciando pela Primavera, seguida por Verão, Outono e Inverno. Primavera só é a primeira estação do ano para os países acima da linha do equador, assim, ao ensinar a seqüência Outono, Inverno, Primavera e Verão, a realidade se aproximaria mais para os países do hemisfério sul, incluindo o Brasil.

Há ainda o fato das auroras, provocadas por partículas eletricamente carregadas provenientes do Sol que, por conta do campo magnético terrestre, dirigem-se para os dois pólos, atingindo as altas camadas da atmosfera, provocando a ionização dos gases e uma conseqüente iluminação. Ao se mencionar esse fenômeno, talvez imediatamente surja a imagem das tão bem conhecidas ‘auroras boreais’, sem citação para as ‘auroras austrais’. No entanto, entendemos que isso parece ser mais um produto da propaganda nacionalista boreal, que provoca a impressão da existência de apenas uma única aurora, seguindo o exemplo do orgulho da vantajosa presença de uma brilhante estrela polar no hemisfério norte, o que, de fato, não existe nos céus estrelados austrais.

Quanto à tecnologia espacial internacional, os EUA parecem passar a impressão de que sempre lideraram as conquistas em todas as épocas, culminando com a chegada do homem à Lua. Embora com um discurso de caráter científico para as missões espaciais, os acontecimentos contextualizados naquela época indicam que o motor principal para o impulso da corrida espacial possuía conotações extremamente políticas. Durante a chamada ‘Guerra Fria’, se algum crédito realmente devesse ser dado, então necessariamente não o seria para o país que enviou um homem à Lua, mas para os soviéticos que foram os primeiros a enviar um satélite artificial; levar um animal em órbita da Terra; enviar um homem para o espaço e diversas sondas para a Lua, fotografar o seu lado oculto; pousar em solo lunar, enviar uma imagem diretamente do solo lunar e a conduzir um veículo teleguiado na superfície da Lua a partir da Terra. Além das conquistas lunares, há ainda o fato de eles também estarem na vanguarda da pesquisa sobre o planeta Vênus, uma vez que foram os primeiros a enviar um veículo espacial que pousou na superfície desse planeta, graças a estudos que começaram bem antes daqueles realizados nos Estados Unidos da América.

Além de nacionalismos camuflados, encontram-se em livros didáticos e material de divulgação científica relatos apresentados de forma inquestionável sobre as vidas dos grandes cientistas e pensadores da história, mas que, na realidade, não passam de mitos, ou no mínimo, resultam numa impressão de que descobertas científicas são o produto de acidentes, casualidades, ou genialidades

inacessíveis ao público comum, provocando uma certa desvalorização do trabalho científico.

Newton teria descoberto a lei da gravitação universal quando uma maçã caiu em sua cabeça; Galileu, a lei do isocronismo das oscilações de pêndulos ao observar um lustre balançar na catedral, ou ainda, teria soltado ao mesmo tempo vários objetos do alto da Torre de Pisa. Ele teria sido o primeiro a observar através de uma luneta ou até mesmo tenha sido o inventor dela. Einstein teria sido péssimo aluno em matemática quando criança. Thomas Edison teria inventado a lâmpada elétrica. Esses são apenas alguns dos mitos que cercam a história da Ciência, em que os professores e livros didáticos deixam de incentivar debates e discussões para se chegar a conclusões sobre até que ponto tais contos são dignos de credulidade (MOURA; CANALLE, 2001).

Vários detalhes ficam ocultos nos relatos das histórias de homens de fama na Ciência. Kepler, por exemplo, famoso por suas três leis sobre as órbitas planetárias, é lembrado por muitos como um grande astrônomo, embora tenha sido muito mais um astrólogo. Alguns de seus trabalhos estão repletos de misticismo e chegou ao ponto de trocar uma vaga de professor para vender almanaques e horóscopos de pessoas influentes de sua época.

Muitos até hoje conhecem Newton apenas como físico, astrônomo, ou cientista. Basta lembrar que os trabalhos religiosos e de alquimia de Newton permaneceram por longo tempo desconhecidos do grande público. Após sua morte, por longos anos, universidades e museus se recusaram a aceitar os manuscritos que continham relatos de pesquisas com alquimia, cronologia universal, interpretações bíblicas e controvérsias teológica, selecionando apenas os que contemplavam cálculos matemáticos, física, ótica e 'ciência'. O espaço que Newton dedicou aos temas de teologia foi muito maior do que o dedicado aos temas científicos. Em alguns períodos de sua vida, Newton chegou a considerar seus estudos com a ótica e a física como interrupções com um trabalho de maior valor, ligado a questões religiosas (NEVES, 2002).

O conhecimento sobre controvérsias entre cientistas e pesquisadores parece também improvável em concepções de alunos e professores, inculcando uma aparente idéia de perfeição da Ciência e pacífica união nas academias e institutos de pesquisas científicas. Pode-se citar, como exemplo, o próprio Newton, que removeu do seu livro *Principia* (Princípios Matemáticos da Filosofia Natural, lançado em 1687, vinte e dois anos depois do livro *Micrographia*, de Robert Hooke), todas as referências a Hooke, devido a discussões acirradas com ele acerca de óptica e gravidade. Hooke teria desenvolvido muitos dos componentes da teoria da gravidade antes de Newton, e sua pesquisa sobre a natureza da luz também foi

impulsionada pelos trabalhos de Hooke (CHAPMAN, 1996). Além disso, logo depois que Newton se tornou o presidente da Royal Society, desapareceram todos os instrumentos de Hooke e uma série de documentos pessoais, inclusive seu único retrato autêntico. Ironicamente, a célebre frase de Newton – “se consegui ver além, foi por ficar nos ombros de gigantes” – aparece numa carta endereçada ao próprio Hooke, de 5 de fevereiro de 1675.

Newton e Kepler são apenas dois dos inúmeros exemplos de homens que fizeram Ciência, cuja história de vida está repleta de contos fantasiosos, genialidades e controvérsias, ou ainda, alguns de seus detalhes não são divulgados pelos livros didáticos, o que ocasiona uma alteração da concepção dos alunos sobre o que, de fato, é a verdadeira Ciência e os cientistas.

IV. Breves reflexões sobre problemas de ensino e aprendizagem em Astronomia e os erros em livros didáticos

Quais as possíveis conseqüências que os erros conceituais nos livros didáticos poderiam trazer para o ensino da Astronomia? Inúmeras pesquisas realizadas por autores da área do ensino de Ciências indicam haver concepções alternativas de estudantes e professores em relação a fundamentos de Astronomia, observando-se, em muitos deles, extrema semelhança com os erros encontrados em livros didáticos. Dentre várias concepções alternativas, citam-se a seguir, alguns exemplos encontrados nestas pesquisas: as diferenças entre as estações do ano são causadas devido à distância da Terra em relação ao Sol; interpretação das fases da Lua como eclipses lunares semanais; possuem uma visão geocêntrica do Universo; colocam estrelas entre os planetas do Sistema Solar; desconhecem o movimento aparente das estrelas no céu com o passar das horas, incluindo o movimento circular das mesmas no pólo celeste; associam a presença da Lua exclusivamente ao céu noturno, admirando-se do seu aparecimento durante certos dias em plena luz do Sol; associam a existência da força de gravidade com a presença de ar, acreditando-se que só existe gravidade onde houver ar ou alguma atmosfera (BAXTER, 1989; NARDI, 1991, 1994; BARRABIN, 1995; CAMINO, 1995; TIGNANELLI, 1998; STAHLY, 1999; TEODORO, 2000).

É notável a semelhança dessas concepções em relação aos erros conceituais em livros didáticos. Assim, embora estes não sejam os únicos responsáveis, não se pode descartar a hipótese de que uma das principais conseqüências desses erros é a geração de inúmeras concepções alternativas tanto em alunos como em professores, que não foram adequadamente preparados com conteúdos

de Astronomia durante a sua formação (OSTERMANN; MOREIRA, 1999; BRETONES, 1999; MALUF, 2000).

Assim, acredita-se que esses erros conceituais em livros didáticos constituem-se em um relevante, porém, não principal fator contribuinte para problemas no processo de ensino e aprendizagem do referido tema. Isto nos leva a refletir sobre a persistência das seguintes concepções alternativas em alunos e professores, algumas das quais elencadas acima, e com notável semelhança com erros nos livros didáticos:

- que Astronomia e Astrologia são indistintas;
- que, ao meio-dia, a sombra de um poste é nula (na verdade, ela é a mais curta do dia, mas nem sempre nula ou um ponto);
- que estrelas possuem pontas (as aparentes pontas de estrelas são simplesmente resultado das cintilações que a luz delas sofre ao atravessar a atmosfera terrestre, pois estrelas são praticamente esféricas, e não pontiagudas);
- que, para diferenciar estrelas de planetas, ao se olhar para o céu, basta verificar se o brilho está oscilante, ou seja, a luz da estrela ‘pisca’ e a do planeta é sempre constante (no entanto, cabe lembrar que a luz de um planeta pode cintilar também se estiver próximo ao horizonte, pois são os gases turbulentos da atmosfera que provocam o desvio dos raios luminosos provenientes do espaço, dando a impressão de uma cintilação);
- que o Sol é uma estrela de quinta grandeza, sem saber, porém, sob que referencial (a 5^a. grandeza do Sol não é com referência ao seu tamanho, mas sim, conforme Mourão (1987), com referência ao seu brilho ou magnitude absoluta, caso o Sol fosse imaginariamente colocado a uma distância padrão de 3.09×10^{13} km);
- que outro não esclarece, pois falta a informação sobre a que grandeza se está fazendo referência (raio, massa, ou volume);
- que a Lua não possui o movimento de rotação por sempre enxergarmos a mesma face (o que ocorre na verdade é que a duração do movimento de rotação da Lua é igual à duração do movimento de translação em torno da Terra, mostrando-nos sempre a mesma face);
- que existe o chamado “lado obscuro” ou “lado escuro” da Lua como referência ao lado não voltado para a Terra (o lado escuro de qualquer planeta ou lua é apenas o lado não iluminado – a noite. Assim, por exemplo, quando a Lua está em sua fase nova, o seu lado não iluminado está voltado para a Terra, ao passo que a face que não enxergamos está totalmente banhada pela luz solar. Portanto, o chamado “lado escuro” da Lua nem sempre está no escuro, sendo mais apropriado chamá-lo de lado oculto ou face não visível da Lua);

– que, ao observar através de um telescópio, o aluno verá uma nebulosa ou galáxia colorida, tal qual aparecem nas fotos dos livros didáticos (como os olhos humanos não são sensíveis suficientes para distinguir cores separadamente de fontes luminosas tão fracas como as galáxias e nebulosas, enxergam-se esses objetos esbranquiçados pelo telescópio. Apenas filmes fotográficos com longos tempos de exposição possuem a capacidade de registrar as cores que aparecem nas fotos);

– que meteoróide, meteoro, meteorito, asteróide, cometa e estrela cadente são objetos celestes iguais (estrela cadente é o nome popular que se dá ao meteoro, que é o brilho causado devido ao atrito e ionização do gás atmosférico pela entrada na atmosfera terrestre de partículas provenientes do espaço, que, por sua vez, são chamadas de meteoróides enquanto ainda não penetraram na atmosfera. A grande maioria pulveriza-se, mas, se porventura alguns possuírem maiores dimensões, atingirão o solo, e passarão a ser chamados de meteoritos. Asteróides são como os meteoróides, porém de dimensões bem maiores. Cometas diferem de asteróides por possuírem grande parte de sua massa congelada, volatilizando-se ao se aproximar do Sol, o que geralmente produz a cauda. Também, a declaração de que um cometa é como uma estrela, mas dotado de uma cauda, pode refletir a idéia de que estrela e cometa possuem luz própria ou sejam de dimensões semelhantes. Visualmente, os meteoros surgem e desaparecem em questão de segundos ou menos, o que não ocorre com cometas, que podem durar dias no céu).

– que cada estação do ano inicia-se taxativamente em suas datas previamente descritas, ou seja, para o hemisfério sul seria o outono em 21/03, o inverno em 22/06, a primavera em 23/09 e o verão em 23/12 quando, na verdade, cada um desses dias é apenas o auge de cada estação (solstícios e equinócios), pois as alterações nos padrões climáticos de cada uma delas já se fazem presentes muitos dias antes dessas datas específicas.

– que o Sistema Solar termina em Plutão. Porém, como a recente decisão da IAU (International Astronomical Union) desbancou Plutão da categoria de planeta, Netuno seria, agora, o aparente limite do Sistema Solar. No entanto, há também inúmeros corpos rochosos e extremamente frios além da órbita de Netuno e Plutão, que muitas vezes não são lembrados, fazendo de Plutão (ou Netuno) o limite do Sistema Solar (muitos se esquecem também da existência do cinturão de asteróides entre Marte e Júpiter). Esses corpos transnetunianos compõem outro conjunto, chamado de Cinturão de Kuiper, acompanhando o plano médio dos planetas, do qual Plutão agora oficialmente faz parte. Mais além ainda, próximo do ponto onde a gravidade do Sol já está bem enfraquecida, parece haver uma nuvem de corpos e partículas que envolve o Sistema Solar, não apenas no

plano orbital, mas em todas as direções, como uma enorme bolha: é a Nuvem de Oort, de onde viriam os cometas.

V. Erros persistentes após a revisão dos livros didáticos

A avaliação dos livros didáticos realizada pelo MEC resultou numa sensível melhora na qualidade desse material pedagógico trazida pelo Plano Nacional do Livro Didático, através do Decreto-Lei nº 91.542, instituído em 1985, possibilitando a incorporação dessas críticas e correções em diversas publicações. Entretanto, ainda recentemente, persistiam exemplares com erros conceituais, ou, no mínimo, com afirmações incompletas que sugerem e permitem interpretações alternativas. Numa pesquisa realizada por Leite e Hosoume (1999), por exemplo, constatou-se que alguns dos livros didáticos mais vendidos na cidade de São Paulo, mesmo após a avaliação do MEC, apresentavam afirmações vagas, como ‘o Sol é uma estrela de quinta grandeza’, e lacunas de informações, como sendo Saturno o único planeta a possuir anéis. Alguns outros erros conceituais persistiram nos livros analisados, tais como o conceito das estações do ano, mantendo a idéia de que o verão e o inverno dependem da distância Terra-Sol. No entanto, alguns erros foram removidos do texto, tais como afirmações desprovidas de detalhes sobre o achatamento da Terra e a inclinação do eixo de rotação do planeta.

Assim, Leite e Hosoume (1999) demonstram, dentre as suas conclusões parciais, a crítica de que o livro didático continua a apresentar os conteúdos de Astronomia de maneira fragmentada, pouco profunda e não suficiente para a explicação das muitas questões veiculadas através dos meios de comunicação que causam curiosidades em alunos e professores. Associando este fato à falha na formação de professores sobre o tema, os autores identificaram, em seu trabalho com professores, que vários dos conhecimentos que eles expressavam acerca do céu e do Universo, achavam-se extremamente atrelados à aceitação de ‘verdades’ veiculadas pelos livros didáticos. Frequentes são as repetições de certos chavões, como, por exemplo, ‘o Sol é uma estrela de quinta grandeza’ ou ‘a Terra é achatada nos pólos’ ou ainda ‘o eixo de rotação da Terra é inclinado’, sem quaisquer reflexões que os possibilitassem entender o real significado destas expressões.

Há ainda de se acrescentar que os livros didáticos falham no aspecto da motivação à observação prática, deixando de incentivar o aluno à análise dos fenômenos do céu, no seu dia-a-dia. O estímulo à observação no processo de ensino e aprendizagem de Astronomia representa uma inclusão indispensável, prova de eficácia que não pode ser contestada. Quando possuem alguma indicação para realização de um experimento prático, geralmente faltam informações nas suas

instruções, impossibilitando o aluno e o professor de realizá-lo (CANALLE, 1997).

Muitas ilustrações e desenhos também deixam a desejar no aspecto de detalhes confiáveis, trazendo à tona mais erros conceituais sobre fenômenos astronômicos, conforme relatam Paula e Oliveira (2002) e Bizzo (1996). De acordo com Delizoicov et al (2002), o uso de cortes, projeções bidimensionais, perspectivas distorcidas e ampliações podem tornar os objetos tridimensionais irreconhecíveis para as crianças que os vêem pela primeira vez, levando à construção equivocada de conceitos, relações e dimensões. A representação usual do Sistema Solar em perspectiva acentua a forma elíptica das órbitas planetárias, impedindo a percepção de que a órbita terrestre, assim como as órbitas da maioria dos planetas, é quase circular. Torna-se inviável também representar todo o Sistema Solar em uma mesma figura em escala numa página do livro, devido às distâncias e tamanhos proporcionais dos planetas. Todos esses fatores induzem a dificuldade de compreensão sobre determinados fenômenos, tais como os eclipses, ou as estações do ano.

Pensando nos livros didáticos de um modo mais geral, Delizoicov et al (2002) salienta que estes se organizam segundo seqüências rígidas de informações e atividades, além de apresentarem as deficiências apontadas em inúmeros trabalhos de pesquisa. Isso impõe um ritmo uniforme e a memorização como prática, e servindo, ainda, como ‘muletas’, o que minimiza a necessidade de o professor decidir sobre sua prática na sala de aula e preparar seu material didático. Ademais, informações adicionais sobre Astronomia, ou, indicações de referências bibliográficas que habilitam o aluno a procurar mais detalhes a respeito, para sanar as suas curiosidades naturais, deixam a desejar nesses livros. A quantidade de conteúdo também se torna insuficiente quando comparada a outros conteúdos dentro do próprio livro, sendo dedicadas poucas páginas para a Astronomia (TREVISAN et al, 1997).

VI. Considerações finais

Com uma formação deficiente em Astronomia, o professor procura fontes variadas em busca de informações confiáveis, tais como: outros professores, a mídia (filmes e documentários), livros paradidáticos, palestras, cursos, instituições especializadas em Astronomia, mas principalmente os livros didáticos (LANGHI, 2004). Como o professor quase sempre não tem condições de identificar tais erros, suas concepções alternativas são reforçadas ou formadas por conta dessas falhas conceituais nos livros didáticos. Essa constatação leva à necessidade de

atuação no sentido de inserir corretamente tópicos de Astronomia durante a formação inicial ou continuada desses profissionais para que se capacitem, não só a realizar uma leitura crítica dos livros didáticos, mas também a trabalhar adequadamente com o ensino da Astronomia em suas aulas.

Esta inserção poderia dar-se, por exemplo, durante a elaboração de um processo de capacitação visando à formação inicial e continuada de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Porém, existe o reconhecimento de que os erros conceituais em livros didáticos não são os únicos problemas que afetam o ensino da Astronomia, pois, conforme Langhi (2004), outros fatores deveriam ser levados em conta, tais como: carência de material bibliográfico sobre o tema disponível para professores, persistência de concepções alternativas sobre fenômenos astronômicos em professores e alunos, formação deficiente de professores em relação a conteúdos e metodologias de ensino de Astronomia, e outras dificuldades e expectativas dos docentes em torno do ensino desse relevante tema.

Referências

ASIMOV, I. **Saturno**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1983.

BARRABÍN, J. M. ¿Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 2, p. 227-236, 1995.

BAXTER, J. Childrens' understanding of familiar astronomical events. **International Journal of Science Education**, v. 11, special issue, p. 502-513, 1989.

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

BIZZO, N. Falhas no ensino de ciências. **Ciência Hoje**, v. 159, n. 27, p. 26-31, abr. 2000.

BOCZKO, R.; LEISTER, N. V. As fases da lua e o mês. In: FRIAÇA, A. C. S. et al. (Orgs.) **Astronomia: uma visão geral do universo**. São Paulo: EDUSP, 2003.

BOCZKO, R. Erros comumente encontrados nos livros didáticos do ensino fundamental. In: EXPOASTRO98 ASTRONOMIA: EDUCAÇÃO E CULTURA, 3, 1998, Diadema. **Anais...** Diadema: SAAD, 1998. p. 29-34.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental – ciências naturais**. Brasília. MEC/SEMTEC. 1998.

BRASIL. MEC - Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Programa Nacional do Livro Didático 2004. **Guia de livros didáticos 1ª a 4ª Séries**. v. 2, 275p. Brasília: MEC, 2003. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/sef/fundamental/ftp/volume2.pdf>> Acesso em: 01 jun. 2003.

BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil**. 1999. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, Campinas.

CAMINO, N. Ideas previas y cambio conceptual en Astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 1, p. 81-96, 1995.

CANALLE, J. B. G.; OLIVEIRA, I. A. G. Comparação entre os tamanhos dos planetas e do Sol. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 11, n. 2, p. 141-144, 1994.

CANALLE, J. B. G. et al. Análise do conteúdo de Astronomia de livros de geografia de 1º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 14, n. 3, p. 254-263, 1997.

CANIATO, R. Ato de fé ou conquista do conhecimento. Um episódio na vida de Joãozinho da Maré. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, ano 6, n. 2, abril/junho, p. 31-37, 1983.

CHAPMAN, A. England's Leonardo: Robert Hooke (1635-1703) and the art of experiment in Restoration England. **Proceedings of the Royal Institution of Great Britain**, v. 67, p. 239-275, 1996. Disponível em: <<http://home.clara.net/rod.beavon/leonardo.htm>> Acesso em 31 jul. 2006.

DELIZOICOV, D. et al. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

FERREIRA, M. S.; SELLES, S. E. A produção acadêmica brasileira sobre livros didáticos em ciências: uma análise em periódicos nacionais. In: ENCONTRO

NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4, Bauru, 2003. **Livro de resumos...** São Paulo: ABRAPEC, 2003. 150 p. p.59.

FRACALANZA, H. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de ciências no Brasil.** 1992. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Campinas.

LANGHI, R. **Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental.** 2004. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru.

LEITE, C.; HOSOUME, Y. Astronomia nos livros didáticos de ciências da 1ª. à 4ª. séries do ensino fundamental. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 13, São Paulo, 1999. **Caderno de resumos e programação...** São Paulo: SBF, 1999.

MALUF, V. J. **A Terra no espaço: a desconstrução do objeto real na construção do objeto científico.** 2000. Dissertação (Mestrado em Educação) - Instituto de Educação, Universidade Federal de Mato Grosso.

MARTINS, I. O papel das representações visuais no ensino-aprendizagem de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, I, 1997, Águas de Lindóia, SP. **Atas...** p. 27-29.

MOREIRA, M. A.; AXT, R. O livro didático como veículo de ênfases curriculares no ensino de Física. **Revista de Ensino de Física.** São Paulo, v. 8, n. 1, p. 33-48, jun. 1986.

MOURA, R.; CANALLE, J. B. G. Os mitos dos cientistas e suas controvérsias. **Revista Brasileira de Ensino de Física,** v. 23, n. 2, jun. 2001.

MOURÃO, R. R. F. **Da Terra às galáxias – uma introdução à astrofísica.** Rio de Janeiro: Vozes, 1998.

NARDI, R. História da ciência x aprendizagem: algumas semelhanças detectadas a partir de um estudo psicogenético sobre as idéias que evoluem para a noção de campo de força. **Enseñanza de las Ciencias,** v. 12, n. 1, p. 101-106, 1994.

NARDI, R. **Campo de força: subsídios históricos e psicogenéticos para a construção do ensino desse conceito**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1991. 98p.

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

NEVES, M. C. D. **Lições da escuridão ou revisitando velhos fantasmas do fazer e do ensinar ciência**. Campinas, São Paulo: Mercado de Letras, 2002.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **A Física na formação de professores do ensino fundamental**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1999.

PAULA, A. S. P.; OLIVEIRA, H. J. Q. **Análises e propostas para o ensino de Astronomia**. Disponível em:
<<http://cdcc-gwy.cdcc.sc.usp.br/cda/erros-no-brasil/index.html>> Acesso em: 15 jan. 2002.

PEÑA, B. M.; QUILEZ, M. J. G. The importance of images in astronomy education. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 11, p. 1125-1135, 2001.

PRETTO, N. L. **A ciência dos livros didáticos**. Campinas: Unicamp, 1985.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado da Educação. Departamento de recursos humanos. Centro de seleção e movimentação de pessoal. Concurso público para provimento de cargos de professor educação básica II – SQC-II-QM/SE. Prova de ciências físicas e biológicas – Caderno de questões - parte objetiva. São Paulo: SEPEB-II/C, 2003.

SANDRIN, M. F. N.; PUORTO, G.; NARDI, R. Serpentes e acidentes ofídicos: um estudo sobre erros conceituais em livros didáticos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, dez. 2005. Disponível em:
<<http://www.if.ufrgs.br/ienci/>> Acesso em: 05 maio 2006.

STAHLY, L. L. et al. Third grade students' ideas about the lunar phases. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 36, n. 2, p. 159-177, 1999.

TEODORO, S. R. **A história da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravi-**

tacional. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.

TIGNANELLI, H. L. Sobre o ensino da astronomia no ensino fundamental. In: WEISSMANN, H. (org.). **Didática das ciências naturais: contribuições e reflexões**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

TREVISAN, R. H. et al. Assessoria na avaliação do conteúdo de Astronomia dos livros de ciências do primeiro grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 14, n. 1, p. 7-16, 1997.