

EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA: DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS À NECESSIDADE DE UMA AÇÃO NACIONAL⁺*

Rodolfo Langhi
Departamento de Física – UFMS
Campo Grande – MS

Resumo

Desde que o chamado movimento das concepções alternativas produziu um lastro de resultados de pesquisas e ampla bibliografia nestas últimas décadas, continuamos a nos inquietar com a problemática da persistência dessas concepções em professores e alunos egressos da Educação Básica. Por isso, neste artigo, preocupamo-nos em debater o seguinte questionamento: para qual direção e atitude atual nos apontam os resultados de pesquisas sobre Educação em Astronomia efetuadas durante o chamado movimento das concepções alternativas? Após apresentar o apoio em uma revisão bibliográfica sobre a pesquisa no âmbito das concepções alternativas em Astronomia, conduzimos uma breve reflexão crítico-ativista sobre a situação vigente da Educação em Astronomia no Brasil, evidenciando a necessidade de tomadas de posição e ações nacionais a respeito, envolvendo as comunidades de astrônomos amadores e profissionais, pesquisadores em ensino de Ciências e a escola.

⁺ Astronomy education: from a bibliographic review regarding alternative conceptions to a national action need

^{*} *Recebido: fevereiro de 2011.
Aceito: abril de 2011.*

Palavras-chave: *Concepções alternativas. Educação em Astronomia. Formação inicial e continuada de professores.*

Abstract

Since the alternative conceptions movement, in recent decades, a considerable production of results researches and an extensive bibliography was produced, but we continue dissatisfied with the problem of persistence of these conceptions in teachers and students. Then, in this article, we discuss the following question: to which direction and attitude pointing the results of researches about Astronomy Education during the alternative conceptions movement? After presenting a literature review on research about astronomy alternative conceptions, we mediate a brief critic-activist reflection about the status quo of Brazilian Astronomy Education, showing the necessity of a position and national actions, involving communities of amateur and professional astronomers, researchers in Science Education and school.

Keywords: *Alternative conceptions. Astronomy Education. Initial and continued education of teachers.*

I. Introdução

Diversos estudos sobre as ideias de senso comum (concepções alternativas), presentes nos atores do ambiente escolar – professores e alunos – foram efetuados durante um período da pesquisa em Ensino de Ciências denominado por Cachapuz et al (2005) de *movimento das concepções espontâneas*, uma das principais linhas da investigação na Didática das Ciências. Comentando sobre as diferentes referências às concepções alternativas utilizadas pelos pesquisadores, Saujat (2004) apresenta como sinônimos os termos *representações* (França) e *crenças* (países anglo-saxões), ambos remetendo-se ao significado do que normalmente conhecemos por *concepções*. Outros termos utilizados na literatura da área para representar as concepções alternativas são: concepções espontâneas, conceitos intuitivos, ideias ingênuas, concepções prévias, e pré-conceitos (TEODORO, 2000).

Alguns dos autores pioneiros nos estudos sobre as concepções alternativas no ensino de Ciências, apresentados por Peduzzi (2005), foram: Viennot (de 1979),

Solis Villa (de 1984), Osborne et al (de 1983) e Driver (de 1986 e 1989). E embora Bachelard (1977) não tenha usado o termo *concepção alternativa*, ele também comenta sobre o *conhecimento vulgar* que deve ser transformado em *conhecimento científico*. Assim, identifica-se o final da década de 1970 como o marco das pesquisas sobre as concepções alternativas, sobretudo no ensino das Ciências, e que, atualmente, já se mostra amplamente discutido (CACHAPUZ et al, 2005).

Embora esse movimento de pesquisa já tenha tido o seu auge e haja um montante razoável de resultados investigativos que apontam para efetivas ações a esse respeito, as concepções alternativas em Astronomia parecem persistir atualmente (LANGHI e NARDI, 2010). No trabalho docente, a explicação de fenômenos de Astronomia tende a se apoiar em representações idealizadas e simplificadas, distantes do observável do cotidiano, provocando nas crianças, em especial, ideias prévias, ou concepções espontâneas, com opiniões que oferecem dificuldades conceituais (BARRIO, 2007). De fato, segundo Oliveira (1997), poucas pessoas têm a mais vaga ideia de nossa situação no cosmo ou da hierarquia universal dos conjuntos de corpos celestes e de nossa posição na Terra, havendo professores que explicam erroneamente, com embasamento unicamente em livros didáticos. Partindo para o outro extremo, essa situação de insegurança com relação à Astronomia pode levar o professor à omissão total no seu ensino de conteúdos dessa natureza, conforme atesta Trevisan (2004): o ensino da Astronomia é incipiente, muito pouco ou quase nada é ensinado nas escolas. Essa insegurança tem como uma das origens principais a sua formação inicial. Apesar de alguns tópicos de Astronomia já fazerem parte do currículo escolar, a grande maioria dos professores não foi capacitada para ministrar esse conteúdo durante seus cursos de graduação, com rara exceção do professor de Física do Ensino Médio e, mesmo assim, em poucos casos (BRETONES, 1999). Isto porque cabe ao professor dos anos iniciais do ensino fundamental, ou ao professor de Geografia ou Ciências (estes, em sua maioria, formados em Biologia), lecionar esses temas (DOTTORI, 2003).

Portanto, diante da ampla bibliografia produzida nestas últimas décadas sobre concepções alternativas, inquieta-nos a seguinte problemática: para qual direção e atitude atual nos apontam os resultados de pesquisas sobre Educação em Astronomia efetuadas durante o chamado movimento das concepções alternativas? A fim de refletirmos sobre esse questionamento, o presente artigo apoia-se, inicialmente, em um panorama dos referenciais embasados numa revisão bibliográfica das principais pesquisas sobre concepções alternativas sobre esse tema. Por fim, essa fundamentação conduz a uma reflexão crítico-ativista sobre a situação vigente da Educação em Astronomia no Brasil, evidenciando a necessidade de tomadas de posição e ações nacionais a respeito.

II. Panorama das pesquisas sobre concepções alternativas em Astronomia

Um significativo número de pesquisas internacionais na linha das concepções alternativas em Astronomia apresentou seus resultados comprovando o fato da persistência dessa problemática, como indicam Afonso (1995), Krauss (2003) e outros. Resumindo num quadro esquemático, Barrabín (1995) apresenta as investigações que ele considera mais relevantes sobre as concepções do modelo Terra-Sol (tabela 01). Além disso, tomando-se como base Trumper (2001), é possível alistar algumas das pesquisas mais destacadas sobre conceitos astronômicos, conforme a tabela 02.

Tabela 01 – Pesquisas sobre as concepções do modelo Terra-Sol (BARRABIN, 1995).

Referência	Amostragem e metodologia	Conceitos investigados	Concepções mais relevantes detectadas
Giordan e Vecchi (1987)	76 crianças (9-11 anos); Questionário e entrevista.	Modelo heliocêntrico.	Visão heliocêntrica: 80%
Jones, Lynch e Reesinch (1987)	32 crianças (9-12 anos); Entrevista.	Representações Terra-Sol-Lua: forma, tamanho, movimento.	3 modelos geocêntricos e 2 heliocêntricos Formas bidimensionais dos astros Formas tridimensionais não esféricas Formas esféricas Sol, Terra e Lua do mesmo tamanho Dois astros de mesmo tamanho e um diferente
Kapterer e Dubois (1981)	Crianças, adolescentes e adultos; Questionário.	Modelo heliocêntrico.	Visão geocêntrica: 30,5%
Klein (1982)	24 crianças (7-8 anos); Entrevista.	Sistema Terra-Sol; Forma e tamanho; Movimento de rotação (dia/noite).	Terra maior que o Sol Terra e Sol com mesmo tamanho Dia/noite não se devem à rotação
Nussbaum e Novak (1976)	60 crianças (8-9 anos); Entrevista.	A Terra como corpo cósmico; Forma Direção de caida dos objetos.	Terra plana, não esférica Terra composta por dois hemisférios, o solo e o céu Conceito de 'em cima' e 'embaixo' no espaço cósmico Terra esférica, mas sem relação 'em cima' e 'embaixo' com respeito ao centro da Terra
Schoon (1992)	1213 estudantes (ensino elementar,	Diversas representações e conceitos da	Sol do meio-dia exatamente em cima das cabeças: 82,4% Verão mais quente que o inverno porque a

	secundário e adultos); Questionário.	Terra e do Espaço.	Terra está mais próxima do Sol: 77,6% Em maio, junho e julho, o Sol se põe no oeste: 58% Em cada dia do verão, a quantidade de luz diurna é maior que a do dia anterior: 32,4% A Lua leva um ano para dar uma volta em torno da Terra: 19,5% O brilho da Lua se dá porque ela é uma grande estrela: 15,7% Dia e noite ocorrem devido ao movimento da Terra em torno do Sol: 19,6% Dias e noites se dão porque o Sol gira em torno da Terra: 8,8%
--	---	--------------------	--

Tabela 02 – Algumas pesquisas sobre concepções alternativas em Astronomia (TRUMPER, 2001).

Autores	Ano	Conceitos astronômicos abordados
Nussbaum e Novak	1976	Terra como corpo cósmico
Nussbaum	1979	Caracterização de cinco noções sobre a Terra
Nussbaum e Sharoni-Dagan	1983	Terra como corpo cósmico
Sneider e Pulos	1983	
Kramer	1977	Estrutura do Universo
Klein	1982	Relações entre Terra e Sol, dia/noite, tamanhos de corpos celestes
Jones <i>et al</i>	1987	Sistema Terra-Sol-Lua
Baxter	1989	Fases da Lua e estações do ano
Durant <i>et al</i>	1989	Órbita da Terra em torno do Sol
Acker e Pecker	1988	Órbita da Terra em torno do Sol
Vosniadou	1987	Astronomia observacional
	1989	Tamanho, forma, movimento, temperatura, composição e localização da Terra, Sol, Lua e estrelas
	1991	
Brewer <i>et al</i>	1988	
Samarapungavan <i>et al</i>	1996	Fenômenos astronômicos, tais como: ciclo dia/noite, as estações, as fases da Lua, e os eclipses do Sol e da Lua
Vosniadou e Brewer	1990	
Vosniadou	1992	Diferenciação de três modelos mentais:

Vosniadou e Brewer	1992 1994	a) Modelos iniciais, que derivam e se tornam consistentes a partir de observações diárias. b) Modelos sintéticos, que são tentativas de integrar informações científicas com as das observações diárias. c) Modelos científicos, que concordam com a visão científica aceitável.
Lightman e Sadler	1993	Ciclo dia/noite, revolução lunar, fases da Lua, Sol a pino ao meio-dia, diâmetro da Terra e estações do ano

Peña (2001) ainda alista outros principais estudos realizados sobre concepções alternativas em Astronomia em alunos e/ou professores: Fernandez e Marales (de 1984), Jones e Lynch (de 1987), Baxter (de 1989), Nussbaum (de 1989), Lanciano (de 1989), Vosniadou e Brewer (de 1990), Afonso *et al* (de 1995), Camino (de 1995), De Manuel (de 1995), De Manuel e Montero (de 1995), Garcia Barros *et al* (de 1996), Domenech e Martinez (de 1997), Lanciano (de 1997), Moreno (de 1997), Navarrete (de 1998), Parker e Heywood (de 1998), Stahly *et al* (de 1999), Ten e Monros (de 1984), Domenech *et al* (de 1985), Zugasti (de 1996), Moreno e Gutierrez (de 1998) e Anguita (de 1995).

Numa seleção bibliográfica comentada sobre investigações didáticas em Astronomia, Sebastiá (1995) apresenta, em ordem cronológica, os seguintes trabalhos, cuja maioria inclui o tema de concepções alternativas: Nussbaum (de 1986), Treagust e Smith (de 1986), Viglietta (de 1986), Domènech e Casaus (de 1987), Jones et al (de 1987), Baxter (de 1989), Lanciano (de 1989), Nussbaum (de 1990), Baxter (de 1991), Ojala (de 1992), Lightman e Sadler (de 1993), Sharp e Moore (de 1993), Tebbutt (de 1993 e 1994). Em âmbito nacional, alguns exemplos de trabalhos desta natureza são: Nardi (1991 e 1994), Teodoro (2000), Langhi e Nardi (2007), Puzzo (2005) e Lima (2006).

O estudo de Rodríguez (2007), por exemplo, da Espanha, estudou as representações mentais de professores a respeito do universo e seus modelos cosmológicos, e desvendou, dentre outras coisas, uma formação em Ciências que não possibilita aos alunos formar concepções cientificamente válidas de Astronomia e seus modelos, e que professores formados em Física também apresentaram concepções do universo diferentes dos modelos cientificamente aceitos.

Durante alguns cursos de um programa de formação continuada oferecidos aos professores do Ensino Médio no México, através da Universidade Nacional do México (UNAM), verificaram-se as concepções mais comuns dos docentes acerca de conteúdos de Astronomia, e que seus interesses principais giravam em

discussões em torno de tópicos, tais como: os movimentos da esfera celeste (muitos não se davam conta do movimento aparente das estrelas, apesar de saberem que a Terra gira, mas sem uma associação entre esses dois movimentos); as fases da Lua (muitos acreditavam que elas ocorrem devido à projeção da sombra da Terra em nosso satélite natural); as estações do ano (muitos entendiam que o mecanismo das mudanças climáticas associadas às estações se dava em decorrência das diferentes distâncias da Terra ao Sol ao longo de um ano); alguns estavam absolutamente convencidos de que a gravidade da Lua influencia no crescimento das plantas e dos cabelos; cerca da metade dos professores estavam firmemente convencidos da validade da astrologia (com menções à piramidologia, ao triângulo das Bermudas, etc.); cerca de um quarto dos docentes aceitavam e defendiam a existência de OVNI's, e mesmo após discussões sobre relatividade e viagens interestelares, eles ainda insistiam com frases caracterizadas sob este discurso: “pode até ser, mas...” e “os cientistas estão enganados...” (HERRERA, 1990).

Num outro estudo realizado com professores sobre o dia e a noite, as estações do ano e as fases da Lua, Camino (1995) apresenta diferentes concepções sobre esses fenômenos astronômicos. Essas concepções encontradas em sua pesquisa foram classificadas de uma maneira em que são chamadas pelo autor de ‘modelos explicativos’, numerados numa sequência tal que sempre o ‘modelo 1’ se apresente como sendo o que mais se aproxima do ‘cientificamente correto’. Iniciando com o fenômeno dia/noite, cinco modelos são utilizados pelos professores, sendo o modelo 1 de maior ocorrência. No modelo 1, a Terra orbita o Sol e, conforme ela rotaciona em torno de seu eixo em cerca de vinte e quatro horas, os pontos em sua superfície alternam-se nas porções iluminadas (dia) e não iluminadas (noite). No modelo 2, a Terra gira em torno do Sol em vinte e quatro horas, sem girar sobre o seu eixo. Para o modelo 3, a Terra gira em torno de seu eixo, posicionada entre o Sol e a Lua, diametralmente opostos e fixos. Ao girar, vê-se o Sol durante o dia e a Lua à noite. No modelo 4, a Terra está em repouso entre o Sol e a Lua, diametralmente opostos, os quais orbitam em torno da Terra em vinte e quatro horas. Finalmente, no modelo 5, surgem explicações muito vagas que indicam que o Sol é obscurecido pela sombra da Lua sobre a Terra ou que a Lua esconde o Sol para produzir a noite.

Camino (1995) explica que dentro dos “modelos” ou “ideias prévias” com respeito às estações do ano, o tipo 2a (caracterizado a seguir) foi o de maior ocorrência, embora a maior parte das respostas dadas não pôde ser contada como modelos de fato, devido ao seu grande teor de incoerência, conforme analisado pelo autor. No modelo 1, a Terra faz uma translação ao redor do Sol em uma órbita elíptica, mas as estações ocorrem principalmente devido à variação do ângulo de

incidência dos raios solares sobre o planeta por causa da inclinação do eixo terrestre de rotação. Em um modelo 2a, a Terra gira em torno do Sol em uma órbita de grande excentricidade, provocando as estações devido à variação de distância Terra-Sol. No modelo 2b, a Terra possui o movimento de translação numa órbita de excentricidade alta, com o Sol fora dela. As estações ocorrem devido à variação da distância Terra-Sol. No modelo 3, as estações se produzem devido à variação da distância ao Sol segundo a longitude geográfica da Terra.

Quanto às fases da Lua, os modelos apresentados pelos professores da amostra da pesquisa de Camino (1995) totalizam quatro, dentre eles, os que mais surgem como resposta são o 1 e 2. Porém, na maior parte das respostas, não houve explicações satisfatórias, com um significado coerente para serem considerados como modelos. No modelo 1, a Lua, parcialmente iluminada pelo Sol, orbita a Terra e, ao variar sua posição, as partes iluminadas e não iluminadas também variam, o que produz as fases lunares. No modelo 2, a Terra projeta uma sombra sobre a Lua, produzindo a parte escura das fases. No modelo 3, o Sol ilumina a Terra e, por reflexo, esta ilumina a Lua. A Lua gira em torno da Terra numa órbita extremamente excêntrica, e quando a Lua está em seu ponto mais afastado da Terra, a Lua é nova. Quando a Lua está em seu ponto mais próximo, ela é cheia. No modelo 4, a Lua orbita o Sol e suas fases ocorrem porque o Sol eclipsa a Lua, ou devido ao seu próprio movimento em torno do Sol.

Uma amostra de jovens entre 9 e 16 anos foi submetida a entrevistas, por Baxter (1989), para se levantar as concepções sobre a Terra no espaço e campo gravitacional, dia e noite, fases da Lua e estações do ano, cujos esquemas estão sintetizados na Fig. 01.

Para as fases da Lua, as seguintes concepções foram encontradas: nuvens que cobrem parte da Lua, sem uma regularidade nas fases; planetas provocam sombra sobre a Lua, sem certeza sobre a regularidade das fases; o Sol faz sombra sobre a Lua, também com incertezas sobre um padrão definido para as fases; sombra da Terra sobre a Lua, com alguma regularidade, alguns mencionando um período de um mês; as fases são explicadas em termos de visibilidade a partir da Terra de partes iluminadas da Lua, conforme ela gira em torno da Terra, sendo que apenas um relatou um período de um mês para as fases lunares. A concepção mais comum é a de que a sombra que a Terra lança sobre a Lua provoca suas fases.

Quanto às noções sobre as razões para as estações do ano, pode-se citar: planetas frios pegam calor do Sol, abaixando a temperatura na Terra no inverno; nuvens pesadas impedem o aquecimento pelo calor do Sol; o Sol fica mais longe da Terra no inverno; o Sol se move para o outro lado da Terra para fornecer calor para o verão; mudanças nas plantas causam a estação; a inclinação do eixo da Terra

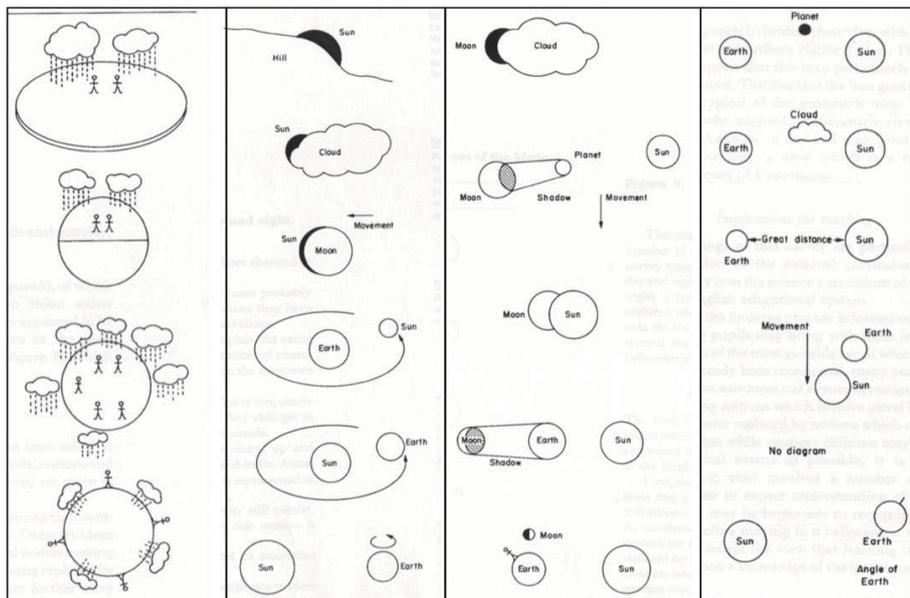


Fig. 01 – Noções dos estudantes, conforme Baxter (1989), sobre: gravidade, dia e noite, fases da Lua e estações do ano.

explica as diferentes quantidades de energia que chegam do Sol, conforme o planeta gira no movimento de translação. Novamente, a resposta mais frequente foi a da mudança da distância Sol-Terra.

Na pesquisa com 904 estudantes e 50 professores em formação, Barrabín (1995) aborda novamente o modelo Sol-Terra, especificando as questões da órbita terrestre e das estações do ano, por meio de questionários. As respostas mais frequentes foram aquelas em que a órbita terrestre é elíptica com o Sol em um dos focos e aquelas em que a órbita é elíptica com o Sol no centro. A opção da órbita circular (ou quase circular) com o Sol no centro foi minoritária. Quanto às estações do ano, poucos deram uma explicação satisfatória sobre suas causas, sendo a concepção mais comum aquela em que a distância variável entre Sol-Terra provoca as diferenças de temperatura nas estações, em vez de a inclinação do eixo de rotação da Terra ser o real motivo. Essa ideia persiste até mesmo entre a maior parte dos professores em formação. Outras respostas encontradas que fazem referência à causa das estações são: uma relação entre a distância Terra-Sol e a inclinação do

eixo de rotação terrestre; movimento de rotação da Terra; o hemisfério sul é sempre o mais quente.

Comentando sobre a importância das imagens de Astronomia na educação, Peña (2001) apresenta algumas representações de estudantes sobre as fases da Lua, mostrando a dificuldade de se compreender tal fenômeno apenas com figuras bidimensionais. Algumas concepções indicam as causas das fases como sendo desde a Terra encobrendo parte da Lua até quatro luas coexistindo em pontos fixos no espaço, cada uma com sua respectiva fase.

Ainda sobre fases lunares, Stahly (1999) mostra um estudo em que quatro alunos são submetidos a entrevistas para o levantamento de suas concepções. Algumas de suas explicações ilustram quais são suas ideias pré-concebidas. A ocorrência de eclipses é a principal causa das fases lunares, onde a sombra da Terra provoca a mudança de seu aspecto, mas não se consegue explicar a fase da Lua nova. Em dois lugares diferentes da Terra, vê-se fases diferentes da Lua numa mesma noite. Nenhum dos estudantes atribuiu o brilho da Lua ao Sol.

Analisando uma amostra de 448 estudantes entre 13 e 15 anos, Trumper (2001) discute os resultados das concepções encontradas. Para a causa do ciclo dia/noite, as respostas mais comuns eram as de que o Sol gira em torno da Terra ou que a Terra gira em torno do Sol. No caso das fases lunares, as concepções alternativas mais encontradas foram as de que a Terra provoca sombras na superfície lunar, ou que a Lua se move para dentro da sombra do Sol. Nota-se uma certa confusão entre fases lunares e eclipses lunares. Em questões sobre dimensões e distâncias, a maioria da amostra subestimou as distâncias no Universo e superestimou o diâmetro da Terra, denotando uma visão geocêntrica. Quanto às estações do ano, a concepção mais comum persiste na variação da distância Terra-Sol. Uma grande parte da amostra acredita que o Sol se posiciona diretamente sobre nossas cabeças ao meio-dia de todos os dias. Na questão de distâncias relativas a partir da Terra, muitos possuem a ideia de que Plutão fica atrás das estrelas, enquanto outros acreditam que as estrelas são objetos mais próximos do que a Lua. Para muitos, a Lua apenas circunda a Terra e não o Sol, desconsiderando o significado do movimento relativo dela. Outros apresentaram certa confusão com fusos-horários e eclipses solares, achando que esse último deveria ocorrer sempre em Lua cheia. Quanto à rotação da Lua, muitos apontaram como resposta que ela não possui movimento em torno de seu eixo. Finalizando, persiste a concepção de que existe um centro no Universo e muitos responderam como sendo o Sol e outros como a nossa galáxia.

Mesmo em cursos universitários, as concepções alternativas parecem persistir, conforme indica Zeilik (1998), nos seguintes tópicos principais: rotação da

Lua, nascer da Lua ao leste, fases da Lua, Sol a pino ao meio-dia, gravidade da Terra e da Lua, e eclipses solares.

A pesquisa de Lima e Maués (2006) mostra que muitos professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental não dominam conceitos básicos de Astronomia, por exemplo, as causas do dia e da noite, as estações do ano, as fases da Lua, e visualização dos planetas à vista desarmada. E alguns dos resultados apontados pelos estudos de Vianna et al (2007), que analisaram as práticas pedagógicas de professores que vivenciaram momentos de ação e reflexão em um curso de formação continuada de curta duração de Astronomia, foram: os professores criticaram sua formação falha em conteúdos de Astronomia, ficaram surpresos diante de erros de livros didáticos, sentiam-se inseguros ao ensinar, e usavam fontes alternativas sem critério de seleção.

Com relação à evolução das noções de estudantes sobre campo de força, incluindo a gravitacional, e sobre a forma da Terra, Nardi (1989) evidencia sujeitos que não concebem o planeta como sendo esférico e situado no espaço, mas um plano com um céu paralelo ao solo. Outros compreendem que a Terra é esférica, porém os objetos caem para um chão no espaço abaixo do planeta, o que mostra que eles não aceitam a Terra como fonte de força gravitacional. Uma outra noção se encontra naqueles sujeitos que enxergam a Terra esférica, porém oca, com as pessoas vivendo num chão interno com a abóbada celeste acima. Por fim, existem os estudantes que possuem as noções mais próximas da aceita como correta, em que um campo gravitacional atrai os objetos para seu centro. Nardi e Carvalho (1996) mostram, ainda, que, apesar desses indivíduos possuírem essa noção, é comum associarem a gravidade com atmosfera, pois não poucas concepções apontam a Lua como não possuindo gravidade porque ela não tem uma atmosfera. Análises de estudos e resultados semelhantes com crianças de New York, Califórnia, Israel e Nepal foram efetuadas por Panzera e Thomaz (1995).

Padrões de pensamento, a partir de diversas pesquisas e que abrangem concepções alternativas sobre o tema, foram também investigadas por Teodoro e Nardi (2001): a gravidade depende da presença de atmosfera; os astronautas flutuam devido à ausência de atmosfera; os corpos não têm peso no vácuo; a força da gravidade possui um limite de atuação que pode coincidir com o 'fim' da atmosfera; os corpos celestes como o Sol, a Lua e as estrelas não 'caem' porque estão fora do alcance da força atrativa da Terra.

Levantando as concepções de alunos e professores com respeito a alguns tópicos de Astronomia, dentre eles, a forma, o tamanho e a idade da Terra, referências e orientação na Terra, gravidade, meridianos e paralelos, dias e noites, órbita da Terra, estações do ano, e Lua, a pesquisa de Bisch (1998) apresentou três traços

marcantes sobre a natureza dessas concepções em Astronomia, tanto em estudantes como em professores: realismo ingênuo, conhecimento conceitual feito de chavões reinterpretados de acordo com o senso comum, e uma representação qualitativa/topológica do espaço.

Elencando as concepções alternativas que Leite (2002) encontrou em sua pesquisa, temos: a ideia da Terra, Lua, estrelas e Sol como objetos planos; achatamento exagerado nos pólos terrestres; dificuldade na articulação das respostas, quando questionados sobre o dia e a noite, estações do ano, eclipses e fases da Lua. Além de alunos, professores também apresentam concepções alternativas sobre estações do ano e campo gravitacional, conforme indica o estudo de Ostermann e Moreira (1999). E o trabalho de Andrade, Neuberger e Araújo (2009) apresenta estudos sobre as concepções de alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) sobre a Lua.

Outros trabalhos sobre concepções alternativas podem ser revisados numa lista de referências bibliográficas que inclui artigos relacionados com Educação em Astronomia desde a década de 1970 até 2006, denominada de SABER, *Searchable Annotated Bibliography of Education Research in Astronomy* (BRISSENDEN, BRUNING e SLATER, 2001), englobando cerca de 160 referências a artigos, com comentários e resumos. Essa lista e, adicionalmente, links diretos para 95 artigos sobre Educação em Astronomia encontrados nos principais periódicos brasileiros da área de ensino de Ciências e de Física estão disponíveis em Langhi (2011), evidenciando o volume de produção científica acerca do tema.

Portanto, os resultados dos estudos apresentados acima, sobre as principais concepções espontâneas em Astronomia, fornecem uma visão geral do que alunos e docentes usam como explicações a respeito de certos fenômenos astronômicos, o que lança uma base essencial para concordarmos com Cachapuz *et al* (2005) a respeito da amplitude e do relativamente grande volume já produzido de dados constituídos a partir das investigações desde o auge do movimento das concepções alternativas. No entanto, apesar da existência de um lastro razoável de estudos dessa natureza, preocupa-nos o fato de que há persistências em favorecer a propagação dessas concepções, trazendo consequências para a educação básica, as quais, a nosso ver, precisam ser repensadas, principalmente em âmbito da formação docente.

III. Persistências e consequências: um ciclo a ser interrompido

Levando em conta o conceito de “trajetórias formativas” de autores da área de formação de professores (PACHECO, 1995; TARDIF, 2004; HUBERMAN, 2000; GARCIA, 1999; SILVA, 2000), cuja síntese pode ser encontrada em Langhi (2009), o histórico (ou trajetória) dos momentos formativos em conteúdos de Astronomia de alguns professores demonstra intrínsecas concepções sobre fenômenos astronômicos, incluindo mitos e crenças, que tiveram origem em trajetórias formativas anteriores, como na sua própria infância (LANGHI, 2004) e, persistindo durante anos, atravessaram intactas outros momentos formativos em que deveriam ser desestabilizadas e modificadas, tais como em sua formação inicial. Contudo, por inexistência de tais momentos, as concepções acompanharam toda a trajetória de vida pessoal e profissional do docente, de modo que foram incorporadas em seu construto pessoal (ZEICHNER, 1993; GARCIA, 1999; GUARNIERI, 2000; MIZUKAMI, 1996), sendo que agora, em sala de aula, seus alunos por sua vez as apreendem, denotando uma dominância de paradigmas e reforçando ou (re)formulando concepções espontâneas, sem que o professor se aperceba disso. Essa situação o induz, portanto, a uma falsa ou aparente segurança no processo de ensino-aprendizagem, porém, não o capacita e nem o habilita em sua prática pedagógica com relação ao processo de ensino e aprendizagem de fundamentos de Astronomia.

A formação inicial limitada em Astronomia dos docentes, conforme apontado por Ostermann e Moreira (1999), Bretones (1999), Maluf (2000) e Kantor (2001), por exemplo, parece levá-los a algumas situações gerais de despreparo: sensação de incapacidade e insegurança ao se trabalhar com o tema, respostas insatisfatórias para os alunos, falta de sugestões de contextualização, bibliografia e assessoria reduzida, e tempo reduzido para pesquisas adicionais a respeito de tópicos astronômicos (LANGHI, 2004). Tentando superar essas dificuldades, os docentes vão em busca das mais variadas fontes de consulta para suas aulas (*internet*, livros paradidáticos, outros professores, astrônomos, palestras, revistas, eventos, jornais, mídia, TV, telejornal, filmes, etc.). Dependendo da fonte consultada ou da resposta obtida, suas concepções alternativas podem ser alteradas ou reforçadas, ou ainda novas concepções poderão ser geradas. Algumas dessas concepções alternativas sobre fenômenos astronômicos podem ficar firmemente arraigadas no professor desde o tempo em que o mesmo estudava enquanto aluno, persistindo até durante a sua atuação profissional e fazendo parte de seus saberes disciplinares, apresentando persistência mesmo nas concepções mais frequentemente estudadas.

Assim, o docente não capacitado e não habilitado para o ensino da Astronomia durante sua formação inicial promove o seu trabalho educacional com as crianças sobre um suporte instável, cuja base pode vir das mais variadas fontes de consulta, desde a mídia até livros didáticos com erros conceituais, proporcionando uma propagação de concepções alternativas. Essas considerações apontam para um ciclo de propagação de concepções alternativas incorporadas nos saberes docentes de conteúdo disciplinar sobre tópicos de Astronomia que perpassam a trajetória formativa docente, expondo o despreparo do professor, que tenta ser superado com a busca de fontes alternativas de informações, mas que também não garantem um embasamento seguro para a sua formação.

Isso nos leva a refletir sobre a persistência de concepções alternativas ou de explicações incompletas em alunos e professores, as quais elencamos, a seguir, em forma de breves afirmações elaboradas a partir da fundamentação encontrada na literatura da área, conforme considerada nos parágrafos anteriores:

Sol

- O Sol sempre nasce no ponto cardeal Leste e seu ocaso sempre se dá no ponto Oeste.
- Pontos cardeais são precisamente determinados em qualquer dia do ano, posicionando os braços abertos, com o direito esticado para o ponto do horizonte onde o Sol nasceu.
- O Sol é uma bola de fogo.
- O Sol é uma estrela de quinta grandeza.
- É possível proteger a visão dos eclipses solares usando chapas de exames de raios-X, filmes fotográficos velados ou placas de vidros escurecidos e esfumados.

Terra

- Diferentes concepções sobre a forma da Terra e sobre o campo gravitacional.
- Associação da existência da força de gravidade com a presença de ar, acreditando-se que só existe gravidade onde houver ar ou alguma atmosfera.
- Predominante visão geocêntrica do Universo.
- O pólo norte é constantemente direcionado para cima em representações e figuras do globo terrestre.

- Há outras provas de que a Terra rotaciona-se, além do pêndulo de Foucault.
- Diferentes concepções acerca do fenômeno do dia e da noite.
- Há apenas dois movimentos da Terra: rotação e translação.
- A órbita da Terra (e dos planetas) é altamente excêntrica, assemelhando-se a uma elipse e não a uma circunferência.
- O eixo de rotação terrestre é inclinado de $23,5^\circ$ em relação ao plano de sua órbita.
- Ao meio-dia não há sombra, pois o Sol está a pino.
- As estações do ano ocorrem devido à variação de distância da Terra em relação ao Sol, proporcionando o verão quando o nosso planeta está próximo do Sol e inverno quando se afasta do mesmo.
- A ordem de ocorrência das nossas estações do ano é: primavera, verão, outono e inverno.
- Nos pólos a noite e o dia duram seis meses cada um.
- A maré alta e a maré baixa acontecem em pontos diametralmente opostos da Terra.
- Constantes referências às auroras boreais e raras às austrais.

Lua

- Cada fase lunar dura aproximadamente uma semana.
- A Lua possui quatro fases.
- A região escura de determinadas fases lunares ocorre devido à sombra da Terra sobre ela.
- Interpretação das fases da Lua como eclipses lunares semanais.
- A Lua não possui movimento de rotação, uma vez que sempre mostra a mesma face para a Terra.
- O chamado “lado obscuro” ou “lado escuro” da Lua é o lado constantemente não voltado para a Terra, não sendo atingido pela luz solar.
- Não há gravidade na Lua, pois ela não possui atmosfera (ar).
- Associação da presença da Lua exclusivamente ao céu noturno, com a impossibilidade do seu aparecimento em plena luz do dia.
- É necessário proteger a visão durante eclipses lunares.

Planetas e outros corpos menores do Sistema Solar

- Júpiter é um planeta inteiramente gasoso (bola de gás), assim como os demais planetas gigantes.
- A estrela d'alva não é um planeta.
- Há estrelas entre os planetas do Sistema Solar.
- Determinado astro é n vezes maior que outro, sem indicações a quais referências (volume, área, diâmetro, raio, massa).
- Saturno é o único planeta que possui anéis.
- Marte fica do tamanho da Lua cheia no céu quando se aproxima da Terra todo mês de agosto.
- Falta de atualização das novas descobertas de luas (satélites naturais) dos planetas.
- Plutão deixou de existir, pois não é mais considerado planeta.
- O Sistema Solar termina no último planeta.
- É possível desenhar (ou representar) o Sistema Solar completo, em uma escala conveniente de tamanho e distância, dentro da área da página de um livro.
- Falta de atualizações das características planetárias, segundo novas pesquisas.
- Confusões nas definições de meteoróide, meteoro, meteorito, estrela cadente, asteroide, cometa, planetoide.
- É necessário observar chuva de meteoros com um telescópio ou binóculo.

Constelações e objetos além do Sistema Solar

- Constelação é um conjunto de estrelas que forma uma figura no céu.
- Constelação é um conjunto de estrelas que estão fisicamente próximas entre si.
- Astronomia e Astrologia (credulidade em horóscopos) são indistintas.
- O madeiro maior do Cruzeiro do Sul aponta para o ponto cardeal Sul em qualquer horário.
- As estrelas do céu são eternamente fixas, não havendo alterações do cenário celeste no decorrer das horas e dos meses.

- Desconhecimento do movimento aparente das estrelas no céu com o passar das horas, incluindo o movimento circular das mesmas em torno do pólo celeste.

- As estrelas possuem pontas.

- Para diferenciar uma estrela de um planeta, ao se olhar para o céu, basta simplesmente verificar se o brilho está oscilante, ou seja, a luz da estrela ‘pisca’ e a do planeta é sempre constante.

- Ao observar através de um telescópio, é possível ver uma nebulosa ou galáxia colorida, tal qual aparecem nas fotos das publicações.

Aspectos históricos, filosóficos e CTS

- A Astronomia é uma ciência muito distante de nós.

- Falhas de abordagens históricas e filosóficas relacionadas com a Astronomia durante o ensino de Ciências.

- Os astronautas em órbita da Terra flutuam porque não há gravidade no espaço (gravidade zero).

- Desconhecimento sobre o programa espacial brasileiro e seus aparatos tecnológicos.

- O astronauta brasileiro esteve na Lua.

- Desconhecimento da possibilidade de se observar satélites artificiais à vista desarmada.

- Os grandes conquistadores do espaço durante a corrida espacial foram os EUA.

- O homem não esteve, de fato, na Lua.

- Os radiotelescópios escutam as estrelas.

- Não há diferenças entre observatório e planetário.

- É impossível construir artesanalmente telescópios refletores e refratores de modo a equipar escolas com instrumentos desse tipo.

- Falhas no incentivo à prática observacional do céu nas escolas.

- Investir tanto dinheiro em tecnologia espacial é desnecessário e um desperdício, uma vez que há outras prioridades na sociedade humana.

A preocupação central, porém, não deveria se limitar apenas aos saberes disciplinares, ou seja, ao conhecimento do conteúdo a ser ensinado. Lima e Maués

(2006) tentam mudar o foco das preocupações de pesquisas que procuram comprovar que o professor possui concepções alternativas ou que “não sabe conteúdo”, e questionam se o único caminho para melhorar a qualidade do ensino de ciências nos anos iniciais seria apenas sanar as dificuldades dos professores sobre conteúdos de Ciências. Trazem à atenção o excesso de pesquisas na área que mostram a falta do domínio de conteúdo pelo docente, denominando de *modelo do déficit de conhecimento de conteúdo do professor*, salientando que é necessário romper com esse modelo.

De fato, os saberes disciplinares não são os únicos *saberes docentes*, como mostra a ampla pesquisa neste campo (GAUTHIER et al, 1998; PORLÁN e RIVERO, 1998; GARCIA, 1999; SHULMAN, 1987; DEMAILLY, 1997; AZZI, 2000; PIMENTA, 2000; TARDIF, 2004; PACHECO, 1995; BORGES, 2004), cuja síntese e aproximações podem ser revisados em Langhi (2009). Seria impraticável exigir do professor dos anos iniciais do Ensino Fundamental o domínio de todos os campos do conhecimento. Como mostra Lima e Maués (2006), esse período é marcado pela complexidade e dificuldade de integrar vários tipos de saberes e conteúdos, pois o profissional desse nível necessita conhecer o suficiente sobre diversas áreas do conhecimento, porém, ele não precisa ser especialista em cada um desses ramos do conhecimento, pois o pleno domínio de todos os conteúdos não é necessário ao ensino nos anos iniciais.

Com relação aos conteúdos de Astronomia, parece ser histórica, no Brasil, a sua dissolução na estrutura curricular na educação básica, haja vista as mudanças educacionais sofridas ao longo das últimas décadas. Apontamos, mediante o referencial bibliográfico analisado, alguns dos principais problemas persistentes com relação à Educação em Astronomia no Brasil, apesar do resultante lastro de resultados obtidos a partir de pesquisas sobre concepções alternativas:

- Existência de lacunas na formação inicial de professores da educação básica (especialmente dos anos iniciais do Ensino Fundamental) relativos a conteúdos e metodologias de ensino de Astronomia;
- Cursos de curta duração, normalmente denominados de “formação continuada”, que não promovem, satisfatoriamente, uma mudança efetiva na prática docente para a educação em Astronomia;
- Carência de material bibliográfico de linguagem acessível e de fonte segura de informações sobre Astronomia para professores e público em geral;
- Há um descompasso entre a proposta dos PCN e o trabalho efetivo nas escolas com o tema Astronomia;

- Espetacularização excessiva da mídia e sensacionalismos exagerados sobre temas e fenômenos de Astronomia;
- Escassez de estabelecimentos dedicados à Astronomia (observatórios, planetários, associações, museus, etc), e dificuldades no aproveitamento de seu potencial em estabelecer relações continuadas com a comunidade escolar;
- Persistência de erros conceituais em livros didáticos e outros manuais didáticos, apesar de diversas revisões em seus textos;
- Quantidade reduzida de pesquisas sobre Educação em Astronomia;
- Perda de valorização cultural e falta do hábito de olhar para o céu;
- Falta de atualizações aos professores quanto a novas descobertas e informações sobre fenômenos astronômicos iminentes (por exemplo: eclipses, chuvas de meteoros, etc.) que poderiam ser aproveitados nas aulas.

A ampla pesquisa sobre concepções alternativas demonstra quão discutido esse tema se apresenta; porém, a continuidade da existência dos problemas acima elencados nos preocupa, pois parecem ser decorrentes das concepções alternativas e, estes, por sua vez, reforçam-nas. Não nos parece plausível permitir que esse ciclo permaneça.

IV. Perspectivas e necessidade de ação

Apesar da amplitude histórica de resultados provenientes das investigações sobre concepções alternativas em Astronomia, conforme a revisão bibliográfica deste artigo demonstrou, evidencia-se a persistência dos problemas acima listados. Assim, reconhecer a existência das concepções alternativas em Astronomia não garantiu uma mudança efetiva quanto à inserção deste tema na educação básica e na formação de professores, mesmo com todo o montante de produção científica a respeito desde o período do movimento das concepções alternativas: os professores e alunos, em geral, continuam com suas concepções espontâneas básicas em Astronomia.

Pesquisadores que se debruçam em linhas temáticas relacionadas à Educação em Astronomia repetidamente demonstram que inovações são necessárias com relação à prática docente. Contudo, relativamente poucas dessas mudanças são efetivas, haja vista as dimensões do território nacional. Quando ocorrem, mostram-se pulverizadas ou enquanto atividades localizadas e pontuais. Ações localizadas regionalmente são louváveis, porém, rarefeitas em relação à extensão territorial do Brasil. Por exemplo, cursos de curta duração para professores, normalmente sob o

slogan de “formação continuada”, têm se evidenciado enquanto um paradigma corrente e alvo constante de pesquisa na literatura da área, mas a sua maioria não tem dado conta dessa necessidade de inovações e mudanças na ação docente, pois o professor retorna à sala de aula com pouca ou nenhuma alteração em sua prática, segundo Sampaio (1998), Pimenta (2000), Mizukami et al (2002) e Garcia (1999).

Portanto, acreditamos que se torna necessário superar as atividades pontuais no sentido de promover articulações de atitudes responsáveis de âmbito coletivo, estabelecendo metas plausíveis mediante um plano de ação nacional, definindo seus atores e temas de trabalho voltados à prática docente em relação ao ensino de Astronomia.

Diante dos resultados de pesquisas da área, brevemente comentados neste trabalho, urge uma mudança nacional com relação ao posicionamento da comunidade acadêmica ao ensino de Astronomia, por meio da união de esforços, os quais, por outro lado, constituem-se atualmente como pontos isolados e distribuídos pelos estados brasileiros. Como sugerem Langhi e Nardi (2009), essa ação nacional estaria apoiada em um pilar tripla de atores coletivos: comunidade científica (astrônomos profissionais e pesquisadores em ensino de Astronomia, com seus órgãos e sociedades), comunidade astronômica semiprofissional (amadores, com seus clubes) e comunidade escolar (professores e alunos e seu entorno), sobre o qual estariam embasadas futuras discussões relacionadas à atuação dessas instâncias em promover mudanças ativistas na estrutura curricular, de forma a proporcionar mais efetivamente a educação em Astronomia na formação inicial e continuada de professores, bem como no ensino formal. Cimentando a base da atuação dessas três instâncias, haveria o papel dos resultados de pesquisas em ensino de Ciências.

Quanto à escolha de temas para um trabalho docente voltado à mudança de sua prática com relação ao ensino de Astronomia, elenca-se em Langhi e Nardi (2010), diante de tantos quantos aqui apresentados na revisão da literatura sobre concepções alternativas, um conjunto de sete temas mais recorrentes: forma da Terra, campo gravitacional, dia e noite, fases da lua, órbita terrestre, estações do ano e astronomia observacional, visto serem os mais predominantes nas pesquisas da área, nos documentos oficiais e na estrutura curricular de cursos de graduação que contemplam a disciplina de Astronomia (LANGHI e NARDI, 2010). Tais temáticas são eleitas, neste artigo, como uma proposta de currículo inicial enquanto meta para quaisquer ações nacionais voltadas à formação de professores, visando ativamente inovações em massa em sua prática. Recomendamos, assim, um esforço geral das comunidades científica, escolar, de astrônomos amadores e dos estabelecimentos relacionados (planetários, observatórios, museus, etc.) em mudar efetivamente o quadro atual no que tange à Educação em Astronomia, numa espécie de

campanha nacional em favor de, pelo menos inicialmente, esses sete temas mais comuns na pesquisa sobre concepções alternativas em Astronomia.

Uma campanha dessa natureza, evidentemente, incluiria um prazo razoável para que boa parte dos professores brasileiros construam sua autonomia, habilidades e competências no sentido de que seus saberes docentes sejam suficientes para um trabalho efetivo com esses sete tópicos em sala de aula. Tal proposta de uma ação nacional aqui rascunhada, fundamenta-se, assim, no modelo de formação docente para a reconstrução social (ZEICHNER, 1993) com tendência ativista (LANGHI, 2009), em que inclui reconhecer a importância do papel ativo e reflexivo exercido por todos os atores envolvidos com a área. Nesse caso, essas três instâncias estabeleceriam relações de força em promover mudanças e pressionar setores governamentais da educação, no sentido de incitar mobilizações que resultem em reformas nacionais para o desenvolvimento da pesquisa, ensino e divulgação da ciência astronômica, numa tentativa de desmistificá-la da população.

V. Considerações finais

As sugestões, contidas neste artigo, para mudanças nacionais dessa natureza a partir desses órgãos, não representam uma novidade. Em alguns países, tais como Alemanha, Itália, Polônia, Estados Unidos da América e França, as positivas e profundas influências de sociedades científicas, associações e clubes de Astronomia, observatórios astronômicos e grupos de pesquisa na área de ensino de Astronomia, provocaram mudanças efetivas não apenas na prática docente, mas também nos programas e currículos escolares oficiais nacionais com relação à inserção da Astronomia na educação.

Portanto, tomando esses modelos internacionais como exemplos (não como receitas), a efetivação nacional de ações ativistas semelhantes, mas contextualizadas e embasadas em resultados de pesquisas da área de Educação em Astronomia, acompanhadas de uma reflexão crítica e coletiva, conforme proposto neste artigo, poderiam contribuir significativamente para a prática docente. Não se pode negar, assim, esse potencial existente em nosso território nacional, sem, contudo, omitir-se do fato da escassez de pesquisadores na área de Educação em Astronomia e, conseqüentemente, da produção bibliográfica incipiente sobre o tema.

Por isso, atividades de investigações sobre Educação em Astronomia que superem a vigência das concepções alternativas básicas, articuladas com a formação inicial e continuada de professores sob um modelo reflexivo-ativista, mediante

uma ação nacional, poderão abrir um lastro de oportunidades de linhas norteadoras que visem o aprimoramento do ensino deste tema no Brasil.

Referências

AFONSO, R. et al. Una aproximación a las representaciones del alumnado sobre el universo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 3, p.327-336, 1995.

ANDRADE, M. J. P.; NEUBERGER, C. V.; ARAÚJO, A. E. P. As concepções de alunos do EJA sobre a Lua: Um estudo exploratório. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, Vitória, 2009. **Atas...** Espírito Santo: SBF, UFES, 2009.

AZZI, S. Trabalho docente: autonomia didática e construção do saber pedagógico. In: PIMENTA, S. G. (Org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente**. 2. ed. São Paulo/BRA: Cortez, 2000.

BACHELARD, G. **O racionalismo aplicado**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

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

BARRIO, J. B. M. Planetários recuperam as noites urbanas. **Astronomy Brasil**, São Paulo, v. 2, n. 14, p. 68-69, junho, 2007.

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

BISCH, S. M. **Astronomia no ensino fundamental: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores**. 1998. 301 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - IF/USP, São Paulo.

BORGES, C. **O professor da educação básica e seus saberes profissionais**. Araraquara: JM, 2004.

BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias e Astronomia nos cursos superiores do Brasil**. 1999. 187 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas.

BRISSENDEN, G.; BRUNING, D. H.; SLATER, T. F. SABER: A Searchable Annotated Bibliography of Education Research in Astronomy. **Bulletin of the American Astronomical Society**, v. 33, n. 4, p. 660, EUA, 2001.

CACHAPUZ, A. et al (Org.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

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.

DEMAILLY, L. C. Modelos de formação contínua e estratégias de mudança. In: NÓVOA, A. (Org.) **Os professores e a sua formação**. 3. ed. Lisboa: Dom Quixote, 1997.

DOTTORI, H. A. **Ensinando ciências através da astronomia: recursos didáticos e capacitação de professores**. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br>>. Acesso em: 14 jul. 2003.

GARCIA, C. M. **Formação de professores: para uma mudança educativa**. Portugal: Porto Editora, 1999.

GUARNIERI, M. R. (Org.). **Aprendendo a ensinar: o caminho nada suave da docência**. Campinas: Autores Associados, 2000.

HERRERA, M. A. An astronomy course for Mexican high-school-level teachers. In: PASACHOFF, J.; PERCY, J. (org). **The teaching of astronomy**. Cambridge: U. Press, 1990.

HUBERMAN, M. O ciclo de vida profissional dos professores. In: NÓVOA, A. (Org.). **Vidas de professores**. Porto: Porto Editora 2000.

KANTOR, C. A. **A ciência do céu: uma proposta para o Ensino Médio**. 2001. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, USP, São Paulo.

KRAUSS, L. M. The history and fate of the universe. A guide to the accompany the Contemporary Physics Education. Project cosmology chart. **The Physics Teacher**, v. 41, n. 3, p. 146-155, 2003.

LANGHI, R. **Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental**. 2004. 240 f.

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

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores**. 2009. 370 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.

LANGHI, R. **Artigos nacionais sobre ensino e educação em Astronomia**. [*online*] Disponível em: <<http://sites.google.com/site/proflanghi/artigos>>. Acesso em: jan. 2011.

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, n. 1, p. 87-111, abr. 2007.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não-formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, p. 4402-1-4402-11, 2009.

LANGHI, R.; NARDI, R. Formação de professores e seus saberes disciplinares em Astronomia Essencial nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 02, p. 205-224, mai-ago, 2010.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de Ciências Naturais e a formação de professores: potencialidades do ensino não formal da Astronomia. In: NARDI, R. (Org). **Ensino de Ciências e Matemática: temas sobre a formação de professores**. v. I. p. 225-241. São Paulo: UNESP, Cultura Acadêmica, 2009.

LANGHI, R.; NARDI, R. Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Tecne, Episteme y Didaxis, Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnologia**. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, n. 16, p. 6-21, 2004.

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

LIMA, M. L. S. **Saberes de astronomia no 1º e 2º ano do Ensino Fundamental numa perspectiva da letramento e inclusão**. 2006. 147 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - UFRN, Rio Grande do Norte.

LIMA, M. E. C. C.; MAUÉS, E. Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças. **Revista Ensaio**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 161-175, dezembro, 2006.

MALUF, V. J. **A Terra no espaço: a desconstrução do objeto real na construção do objeto científico**. 2000. 141 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - UFMT, Cuiabá.

MIZUKAMI, M. G. N. *et al.* (Org) **Escola e aprendizagem da docência: processos de investigação e formação**. São Carlos: EdUFSCar, 2002.

MIZUKAMI, M. G. N. *et al.* (Org) **Formação de professores: tendências atuais**. São Carlos: EdUFSCar, 1996.

NARDI, R. **Um estudo psicogenético das idéias que evoluem para a noção de campo: subsídios para a construção do ensino desse conceito**. 1989. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

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.

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.; CARVALHO, A. M. P. Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre o espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 20-39, 1996.

OLIVEIRA, R. S. **Astronomia no ensino fundamental**. Disponível em: <<http://www.asterdomus.com.br>>. Texto gerado em 1997. Acesso em: 12 maio 2008.

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

PACHECO, J. A. B. **Formação de professores: teoria e prática**. Portugal: Apacdm, 1995.

PANZERA, A. C.; THOMAZ, S. P. **Fundamentos de astronomia: uma abordagem prática para o ensino fundamental**. Edição experimental. Centro de Ensino

de Ciências e Matemática (CECIMIG) e Faculdade de Educação (FaE), UFMG, 1995.

PEDUZZI, S. S. Concepções alternativas em Mecânica. In: PIETROCOLA, M. (org.) **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005.

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.

PIMENTA, S. G. Formação de professores: identidade e saberes da docência. In: PIMENTA, S. G. (Org). **Saberes pedagógicos e atividade docente**. 2. ed. São Paulo/BRA: Cortez, 2000.

PORLÁN, R.; RIVERO, A. **El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa em el área de ciencias**. Espanha: Diada Editora, 1998.

PUZZO, D. **Um estudo das concepções alternativas presentes em professores de ciências de 5ª série do Ensino Fundamental sobre fases da lua e eclipses**. 2005. 121f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

RODRÍGUEZ, B. L. **Representaciones mentales de docentes sobre el universo, los modelos cosmológicos que lo explican y aplicación de una estrategia metodológica para promover su evolución**. 2007. 413f. Tese (Doutorado em Enseñanza de las Ciencias do Programa Internacional de Doctorado) - Universidade de Burgos, Espanha.

SAMPAIO, M. M. F. **Um gosto amargo de escola. Relações entre currículo, ensino e fracasso escolar**. São Paulo: Educ/FAPESP, 1998.

SAUJAT, F. O trabalho do professor nas pesquisas em Educação: um panorama. In: MACHADO, A. R. (Org.). **O ensino como trabalho: uma abordagem discursiva**. Londrina: Eduel, 2004.

SEBASTIÁ, B. M. Investigación didáctica en astronomía: una selección bibliográfica. **Enseñanza de las Ciencias**, v.13, n. 3, p. 387-389, 1995.

SHULMAN, L. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Education Review**, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SILVA, R. C. O professor, seus saberes e suas crenças. In: GUARNIERI, M. R. (Org.). **Aprendendo a ensinar: o caminho nada suave da docência**. Campinas: Autores Associados, 2000.

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.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

TEODORO, S. R. **A história da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional**. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) –, Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.

TEODORO, S. R.; NARDI, R. N. A história da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional. In: NARDI, R. (Org.) **Educação em Ciências: da pesquisa à prática docente**. São Paulo: Escrituras, 2001. p. 57-68.

TREVISAN, E. J. A importância da astronomia amadora e o trabalho da REA no Brasil. **Revista CiênciaOnLine**, ano 03, n. 9, fev. 2004. Disponível em: <<http://www.cienciaonline.com.br>>. Acesso em: 03 mar 2005.

TRUMPER, R. A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 11, p. 1111-1123, 2001.

VIANNA, D. M. et al. Formação continuada de professores: estratégia para o ensino de Astronomia nas séries iniciais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, 2007.

ZEICHNER, K. **A formação reflexiva de professores: idéias e práticas**. Lisboa: EDUCA, 1993.

ZEILIK, M. Misconceptions and their change in university-level astronomy courses. **The Physics Teacher**, v. 36, p. 104, fev. 1998.