

## O LADO ESCURO DA LUA NUNCA APANHA SOL?

*Odilon Giovannini*<sup>1</sup>  
*Daiana Pellenz*<sup>2</sup>  
*Francisco Catelli*<sup>3</sup>

**Resumo:** Este trabalho apresenta a elaboração de uma resposta à pergunta “O lado escuro da Lua nunca apanha sol?” na qual são consideradas questões relacionadas às concepções iniciais dos alunos, de onde elas surgem e os elementos centrais que constituem uma “boa resposta”. Essas questões são tratadas, inicialmente, a partir de uma revisão da literatura sobre pesquisas na área e, em seguida, também com base nessa revisão, um objeto modelo didático que envolve os movimentos relativos do sistema Terra – Lua – Sol é proposto. Uma descrição detalhada da aplicação deste modelo em um ambiente de aprendizagem com alunos do ensino fundamental é relatada. As concepções iniciais apresentadas na literatura se confirmam e os questionamentos feitos pelos estudantes por ocasião da aplicação do modelo fornecem indícios de que uma aprendizagem significativa, pelo menos em algum grau, ocorreu.

**Palavras-chave:** Lado oculto da Lua; ensino de Astronomia; Modelos didáticos; Aprendizagem significativa.

## EL LADO OSCURO DE LA LUNA NUNCA TOMA SOL?

**Resumen:** El artículo se presenta el desarrollo de una respuesta a la pregunta "¿El lado oscuro de la luna nunca toma sol?", en la que se consideran algunas cuestiones vinculadas que se refieren a las concepciones iniciales de los estudiantes, dónde surgen y los elementos básicos que componen una "respuesta correcta". Estas cuestiones se tratan inicialmente a partir de una revisión bibliográfica de la investigación en el área; seguidamente, y también sobre la base de ésta revisión, se propone un modelo didático que ejemplifica los movimientos relativos del sistema Tierra - Luna - Sol. Se describe a continuación una aplicación de este modelo en un entorno de aprendizaje con alumnos del ciclo primario. Los conceptos iniciales presentados en la literatura se confirman y las cuestiones planteadas por los estudiantes durante la implementación del modelo proporcionan evidencia de que se ha producido un aprendizaje significativo, al menos en cierta medida.

**Palabras clave:** El lado oculto de la luna; Enseñanza de la Astronomía; Modelos didáticos; Aprendizaje significativo.

## IS THE DARK SIDE OF THE MOON EVER ILLUMINATED BY THE SUN?

**Abstract:** This work presents the elaboration of an answer to the question "Is the dark side of the moon ever illuminated by the sun?", in which issues related to the students' conceptions, how they arise, and the core elements that constitute a "good answer" are considered. These issues are initially elaborated from a literature review of the research in the field; then, and also based on this review, a didactic model that involves the relative motions of the Earth - Moon - Sun system is proposed. A description of the application of this model in a learning environment within middle school students is described. This work confirms the students' initial concepts described in the literature; on the other hand, the questions asked by students during the activity provide evidence that meaningful learning, at least to some degree, has occurred.

**Keywords:** Far side of the Moon; Teaching of Astronomy; Didactic models; Meaningful learning.

---

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul (RS). E-mail: <ogiovannini@gmail.com>.

<sup>2</sup>Escola Estadual Dr. Renato Del Mese, Caxias do Sul, (RS). E-mail: <daipellenz@gmail.com>.

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS. E-mail: <fcатели@ucs.br>.

## 1. Introdução

A pergunta que move este trabalho “O lado escuro da Lua nunca apanha sol?” foi feita por um aluno do ensino fundamental, durante uma aula de astronomia, na qual eram debatidas algumas questões da prova da XVI Olimpíada Brasileira de Astronomia em 2013<sup>2</sup>. Uma primeira providência a tomar seria a de tornar a pergunta mais precisa, dado que o enunciado já contém a resposta. Se há um “lado escuro”, então esse lado não apanha luz (do Sol). A pergunta pode então ser reformulada. Há um lado da Lua que nunca é visto da Terra. Chamemo-lo de “lado oculto”. Então, o lado oculto da Lua permanece sempre no escuro? A resposta direta é “Não. O lado oculto da Lua, periodicamente, é iluminado pelo Sol”. Coloquemo-nos na perspectiva do aluno que recebe essa resposta. Por que há um lado da Lua que é sempre oculto? Como é possível que esse lado, ora receba, ora não receba a luz do Sol? Respondê-la, pura e simplesmente, talvez seja uma ação inócua, pois a concepção alternativa em professores e alunos é que o chamado “lado escuro” da Lua é o lado que não está voltado para a Terra, não sendo iluminado pelos raios solares (LANGHI; NARDI, 2012, p.102).

Formular uma resposta mais abrangente, que pudesse auxiliar na compreensão deste fenômeno, passa pelo entendimento do “mecanismo” que permite explicar a resposta dada anteriormente. É claro que ela somente será dotada de significado para alguém que manifeste, de início, alguma forma de interesse. Essa é uma das condições para que se estabeleça um ambiente apropriado para a Aprendizagem Significativa, uma teoria de aprendizagem cognitivista, cuja fundamentação teórica foi desenvolvida por David Ausubel, em 1963, e por ele reiterada em 2000 (AUSUBEL, 2003). A outra condição é que o material de aprendizagem (livros, aulas, aplicativos, atividades práticas, modelos...) deve ser *potencialmente significativo*, isto é, tenha significado lógico, que possa ser relacionável de maneira não-arbitrária e não-literal a um conhecimento prévio apropriado e relevante da estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p.34-38). Como enfatizado por Moreira (2011a, p.25), o material só pode ser “potencialmente significativo” e não “significativo”, pois o significado está nas pessoas que utilizarão os materiais como meio para uma aprendizagem significativa. E neste sentido, estamos propondo um recurso didático cuja utilização possa contribuir para uma resposta significativa à questão inicial: “O lado escuro da Lua nunca apanha sol?”.

Dada à questão inicial, diversas perguntas derivadas surgem. A primeira questão derivada (que um professor se colocaria de pronto) poderia ser: quais são as concepções iniciais dos estudantes que aparecem de maneira predominante, quando se trata do movimento da Lua? E, uma vez identificadas essas concepções, de onde elas surgem? Uma segunda questão derivada, tratada preliminarmente na introdução, poderia ser: o que uma resposta satisfatória deveria conter? Há uma terceira questão derivada, ou melhor, uma categoria delas: quais são as outras questões (ligadas ao movimento da Lua) que costumam surgir, quando o assunto é tratado no ambiente escolar, ou em ambientes não formais, ligados ao ensino e à aprendizagem da astronomia? Para finalizar, será necessário enfrentar o desafio de produzir, dentro de um contexto eminentemente didático, esta resposta, o que também é um dos objetivos deste trabalho.

---

<sup>2</sup> A questão 1 da prova de nível III da XVI Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) menciona o lado oculto da Lua e as fases da Lua. A prova pode ser encontrada no site: <[http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob\\_arquivos/provas\\_gabaritos/2013/Prova\\_nivel\\_2\\_da\\_XVI\\_OBA\\_DE\\_2013.pdf](http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/provas_gabaritos/2013/Prova_nivel_2_da_XVI_OBA_DE_2013.pdf)> (acesso em: 29/11/2013).

O texto a seguir apresenta uma breve revisão de alguns trabalhos recentes sobre os fenômenos lunares e, em seguida, discute as concepções de alunos e professores sobre esse assunto. Então, um modelo didático é proposto a fim de responder a questão inicial e uma aplicação desse modelo com alunos do ensino fundamental é relatada. Finalizando esse trabalho, são apresentadas as considerações finais.

## 2. As fases da Lua na literatura recente

Os documentos oficiais recomendam fortemente a inclusão de astronomia no currículo escolar desde o ensino fundamental até o médio. No documento “Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) - terceiro e quarto ciclo do ensino fundamental - Ciências Naturais” (BRASIL, 1998), recomenda-se a abordagem de temas de astronomia, tanto do ponto de vista da sua contribuição para a história da ciência quanto ao que diz respeito do conhecimento específico da área, enfatizando a sua característica observacional e interdisciplinar. Neste mesmo PCN, afirma-se que é essencial considerar o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, relacionado suas experiências, sua idade, sua identidade cultural e social e os diferentes significados e valores que as Ciências Naturais e a astronomia, em especial, podem ter para eles, para que a aprendizagem seja realmente significativa. Os temas de astronomia também devem ser incorporados e compartilhados de forma explícita e integrada aos conteúdos das disciplinas afins do ensino médio, como sugerido no PCN+ Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 2000). A presença de questões relacionadas à astronomia no Exame Nacional de Ensino Médio (ENEM) foi objeto de estudo de Gomide e Longhini (2011), que mostraram que, entre 1998 e 2008, as questões relativas a conteúdos de astronomia equivalem, em média, a 4,6% do total de questões do ENEM.

Atualmente, está disponível a todos os interessados no tema um número realmente muito grande de pesquisas no âmbito da educação em astronomia. Tanto para o ensino fundamental como para o ensino médio há diversos trabalhos na literatura recente descrevendo e propondo atividades práticas (DARROZ *et al.*, 2012; MARTINS; LANGHI, 2012; MORET; SOUZA, 2010; SILVA; CATELLI; GIOVANNINI, 2010; NOGUEIRA; CANALLE, 2009; SARAIVA *et al.*, 2007), utilizando recursos virtuais (LONGHINI; MENEZES, 2010; MARTINS; GODOI; MASCARENHAS 2010), com câmera digital (MARRANGHELLO e PAVANI, 2011; OURIQUE; GIOVANNINI; CATELLI, 2010) e jogos (BRETONES, 2013; BERNARDES; GIACOMINI, 2010) que auxiliam no processo de ensino e aprendizagem da astronomia. A característica interdisciplinar da astronomia, uma das justificativas para inserir o ensino de astronomia na educação básica e na formação de professores (LANGHI; NARDI, 2012), é abordada por Gama e Henrique (2010), como forma de motivar os alunos para o estudo das ciências exatas e matemática.

Em relação aos fenômenos lunares, Darroz *et al.* (2012) relatam uma atividade sobre as fases da Lua com alunos do sexto ano. Inicialmente, os alunos descrevem as formas como a Lua aparece no céu ao longo de um mês e, após, realizam uma atividade usando uma bolinha de isopor representando a Lua, uma fonte de luz, o Sol, e um aluno no centro de uma sala escura representando um observador na Terra. A partir dos registros escritos dos alunos que participaram dessa experiência, são identificados

indícios de que houve uma aprendizagem significativa. Martins e Langhi (2012) abordam as fases da Lua propondo, além de outras atividades didáticas, a construção de um modelo à luz dos referenciais da aprendizagem significativa; a finalização do trabalho se dá com a elaboração de uma história em quadrinhos. Moret e Souza (2010) apresentam vários recursos pedagógicos que podem ser utilizados nos anos iniciais do ensino fundamental, entre eles, as fases da Lua. Saraiva *et al.* (2007) desenvolvem uma atividade prática sobre as fases da Lua usando uma caixa de papelão.

Há também trabalhos dedicados à formação de professores. Uma publicação recente (LANGHI; NARDI, 2012) aborda com muita propriedade e amplitude os fatores relevantes para o desenvolvimento de processos formativos em professores da educação básica relacionados ao ensino da astronomia. Pinto, Fonseca e Vianna (2007) relatam um curso de curta duração para professores dos anos iniciais do ensino fundamental.

Percebe-se, a partir das referências acima mencionadas, que há um número significativo de trabalhos na literatura nacional relacionados ao ensino e a aprendizagem da astronomia para o ensino básico. Em particular, “fases da Lua” é assunto de vários trabalhos.

Entretanto, a aprendizagem significativa não ocorre simplesmente utilizando um recurso didático, como os descritos acima. O processo é mais complexo; há diversas variáveis atuando no ambiente de ensino. Entre elas, as concepções prévias dos alunos podem ser um bloqueador para a apropriação dos novos conhecimentos. A próxima sessão trata, portanto, das concepções em alunos e professores, que são, fundamentalmente, os protagonistas do processo de ensino e aprendizagem.

### **3. Concepções em alunos e professores acerca do movimento da Lua**

Em levantamentos bastante completos feitos por Langhi e Nardi (2012) e Langhi (2011), as fases da Lua, incluindo a questão abordada neste trabalho, o “lado escuro” da Lua, aparecem como um dos assuntos em que as concepções alternativas ou prévias são comuns e muito resistentes, tanto entre alunos como nos professores.

Dentro de uma perspectiva da aprendizagem significativa, é fundamental identificar as concepções prévias dos alunos que se manifestam diante de situações desafiadoras e problematizadas. A partir desse mapeamento, é possível planejar e desenvolver unidades de ensino potencialmente significativa, facilitadoras da aprendizagem, como proposto por Moreira (2011b). Assim, os novos conhecimentos interagem com as ideias-âncoras ou “subsunçor” (como chamava Ausubel, para referir-se ao conhecimento prévio, que pode ser um conceito, imagem, representação, símbolo ou modelo mental) do aprendiz, de forma não-arbitrária e não-literal, adquirindo significado e incorporando-se na sua estrutura cognitiva com maior estabilidade (AUSUBEL, 2003). Não é objetivo aqui descrever em detalhes os aspectos teóricos da aprendizagem significativa e sua implementação no ensino de astronomia. Os trabalhos de Darroz *et al.* (2012) e Martins e Langhi (2012), que propõem atividades didáticas sobre as fases da Lua, sustentadas pelos princípios teóricos da Aprendizagem Significativa de Ausubel, são ótimas referências nesse tema.

Alguns trabalhos recentes investigam as concepções alternativas relacionadas aos fenômenos lunares. Machado e Santos (2011), por meio de um teste com 20

questões de múltipla escolha, buscam identificar o conhecimento prévio de 561 alunos do ensino fundamental e médio. O teste aplicado contempla seis questões relativas às fases da Lua e eclipses; em apenas uma questão, referente à fase da Lua associada a um eclipse total do Sol, o acerto foi superior a 60%. Nas demais questões referentes aos fenômenos lunares, os alunos do ensino médio obtiveram um índice de acertos de 27%, enquanto os do ensino fundamental acertaram 25% das questões. Uma dessas questões explorou o fato de a Lua estar sempre com a mesma face voltada para a Terra; apenas 16% dos alunos do ensino fundamental e 18% do médio a responderam corretamente.

Silveira, Sousa e Moreira (2011) realizaram uma avaliação diagnóstica com o objetivo de identificar as concepções prévias de alunos da sexta série do ensino fundamental a respeito do tema Terra e Universo. Diagnosticar os conhecimentos prévios do estudante antes de ensiná-los é fundamental para a implementação de sequências didáticas que viabilizem o processo de aprendizagem, dentro de uma perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003). Os dados para a investigação foram coletados por meio de um questionário com 25 questões objetivas, dissertativas e ilustrativas. Os significados atribuídos pelos alunos a esse tema surgiram de uma análise qualitativa dos dados, resultando em categorias que representam as suas concepções. Os resultados da avaliação diagnóstica indicam, em relação ao tema Lua, diversas concepções conflitantes; por exemplo, para descrever o movimento que a Lua realiza no céu, apenas 14% dos alunos utilizaram conceitos científicos e fizeram uso correto da terminologia adequada. Os resultados da avaliação diagnóstica serviram como referência para a organização do plano de ensino, viabilizando o processo de aprendizagem, por adequar a sequência didática às características dos estudantes e ao contexto da sala de aula.

Em um estudo realizado com estudantes do ensino superior, Saraiva, Silveira e Steffani (2011) destacam que nos testes elaborados para avaliar as concepções alternativas sobre as fases da Lua, a formulação das questões não pode deixar dúvidas sobre o que se está querendo avaliar. A reformulação de algumas questões resultou em um aumento significativo no percentual de acertos. Os autores constataram também uma baixa familiaridade dos estudantes com a orientação através das direções dos pontos cardeais. As maiores dificuldades em relação às fases da Lua dizem respeito a identificar a hora e a localização no céu em que a Lua aparece em determinada fase. Por outro lado, em comparação com outros trabalhos, a causa da Lua mostrar sempre a mesma face para a Terra foi bem entendida pela grande maioria (85%) dos estudantes de Física questionados.

Queiroz, Souza e Machado (2009) descrevem um trabalho realizado com alunos do nono ano do ensino fundamental a fim de identificar os modelos mentais dos estudantes a respeito das fases da Lua e eclipses. A partir da identificação de modelos mentais, inicialmente precários e confusos, os autores propõem um caminho didático, que inclui a construção de maquetes representando o sistema Sol – Terra – Lua, para provocar uma mudança conceitual que resulte em um modelo mental consensual.

As concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre as fases da Lua também foram identificadas na investigação conduzida por Iachel, Langhi e Scalvi (2008). Nesse trabalho os autores classificam as concepções alternativas dos alunos em 5 tipos: desconhece, confusa, atribui a outros fatores, incompleta e completa (as duas

últimas quando os alunos reconhecem um ou os dois fatores responsáveis pela ocorrência das fases da Lua).

Longhini e Mora (2010) investigam o conhecimento em astronomia de professores em serviço e em formação através de um instrumento diagnóstico e mostram que os tópicos mais complexos e com maior dificuldade de compreensão estão relacionados ao mecanismo que causa as fases da Lua e de que as estações do ano estão associadas à trajetória elíptica da Terra em torno do Sol.

As dificuldades dos professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino de astronomia também foram tema de investigação no trabalho realizado por Langhi e Nardi (2005). Os resultados da pesquisa indicam dificuldades de ordem pessoal, metodológicas, de formação e outras relacionadas às fontes de informações nas quais os professores estudam ou preparam suas aulas.

Neste momento, surge um desdobramento das situações referidas acima: de onde vêm estas concepções prévias? Abordar esta questão certamente trará elementos para compreender um pouco melhor a motivação dos estudantes quando se trata de aprender algo (às vezes nem tanto) novo. Os conhecimentos prévios que os estudantes (e também em alguns casos, os professores) possuem origem, têm história. Então, o meio sócio-cultural do qual emergiram estes conhecimentos prévios é de importância decisiva. Não aprofundaremos este aspecto neste trabalho; argumentos e ideias bastante úteis podem ser encontrados em Soares e Nascimento (2012), Sobreira (2010) e Scarinci e Paca (2006).

Entretanto, o professor que queira partir destes estudos para desenhar ambientes de aprendizagem que levem em conta e superem estas concepções deverá referir-se não apenas a uma concepção específica (como a que é tratada aqui) e, sim, a um conjunto delas.

#### **4. O que deveria conter uma “boa” resposta à questão inicial?**

Conforme os estudos apontados na revisão bibliográfica do tema, diversas pesquisas no âmbito do ensino e da aprendizagem da astronomia consideram a inserção de modelos como uma alternativa válida para a consolidação de conceitos científicos; no caso da questão que move esse trabalho, um modelo do sistema Terra – Lua – Sol vale a pena ser considerado. Se os movimentos relativos destes três astros não forem bem compreendidos (ou, o que é mais provável, se nenhum modelo mental, mesmo que incipiente, estiver previamente construído pelo aprendiz) concepções espontâneas grassarão.

Quais argumentos poderiam ser destacados a favor do uso de modelos na abordagem da questão do lado escuro da Lua? Por que diagramas e modelos? Há toda uma gama de argumentos, alguns dos quais mencionados nos textos citados por ocasião da revisão da literatura. Da nossa parte, buscaremos uma singela inspiração em Copérnico: “Dado que estes assuntos [os movimentos Terra em volta do Sol] exigem que os ponhamos mais diante dos olhos do que falemos deles, vamos descrever o círculo ABCD, representando a rotação anual do centro da Terra, traçado no plano da eclíptica” (COPÉRNICO, 1984, p.56).

Para começar, é necessário dar conta, pelo menos de forma preliminar, de outra questão. O que é um modelo? Trata-se aqui de um termo, “modelo”, essencialmente polissêmico, a tal ponto que é praticamente impossível chegar a uma definição amplamente aceita (LE MOIGNE, 1987, p.1-6). De um ponto de vista da epistemologia, modelos podem ser considerados estruturas (concretas ou abstratas), cuja função principal é a de representar aspectos escolhidos de uma dada realidade, fato ou coisa (BUNGE, 1974). O foco está no poder de representação: Armatte e Dalmedico (2004, p. 294) afirmam que “um modelo não tem tanto valor em si mesmo, senão naquilo que ele faz e para aquilo que ele serve”. Dado que a definição da palavra “modelo” é talvez excessivamente ampla para os propósitos deste trabalho, talvez seja mais profícuo procurar por sua funcionalidade. Bunge (1974) descreve assim esta funcionalidade: modelos seriam “pontes” de ligação entre as teorias e a realidade, ora operando como instrumentos de validação empírica de uma teoria, ora dando origem a novos objetos-modelo e a novas teorias.

O modelo que pretendemos desenvolver neste trabalho pode ser enquadrado como objeto-modelo didático<sup>3</sup>. Este tipo de modelo serve ‘para ensinar e para aprender’. Nestes objetos-modelo didáticos, além da finalidade (de certa forma óbvia) de ensinar e aprender, é necessária também uma consistência com os diversos modelos teóricos envolvidos. Estes modelos teóricos inserem-se numa teoria geral, que é a Mecânica Clássica (BUNGE, 1974). Entretanto, mesmo não abrindo mão desta consistência, será necessário respeitar alguns limites; a discussão das fronteiras de um determinado objeto-modelo didático é um dos pontos altos de seu uso no ambiente escolar.

Camino (2012) enfatiza que para aprender, em qualquer área, a capacidade de imaginar é fundamental. Em particular, no campo da astronomia, o uso de modelos e analogias auxilia a aprendizagem “tocando”, “vendo” e “sentindo” e não somente “pensando”. Salienta também que a utilização de modelos didáticos deve ser uma atividade comum com os alunos desde os primeiros anos, onde a imaginação está em formação. Por outro lado, alerta que um modelo particular com um propósito conceitual e didático sobre um determinado fenômeno específico é limitado ao campo conceitual para o qual foi projetado. Por esta razão, como afirmado anteriormente, é importante discutir os limites didáticos do modelo, ou seja, onde deixa de atender as necessidades para as quais foi elaborado.

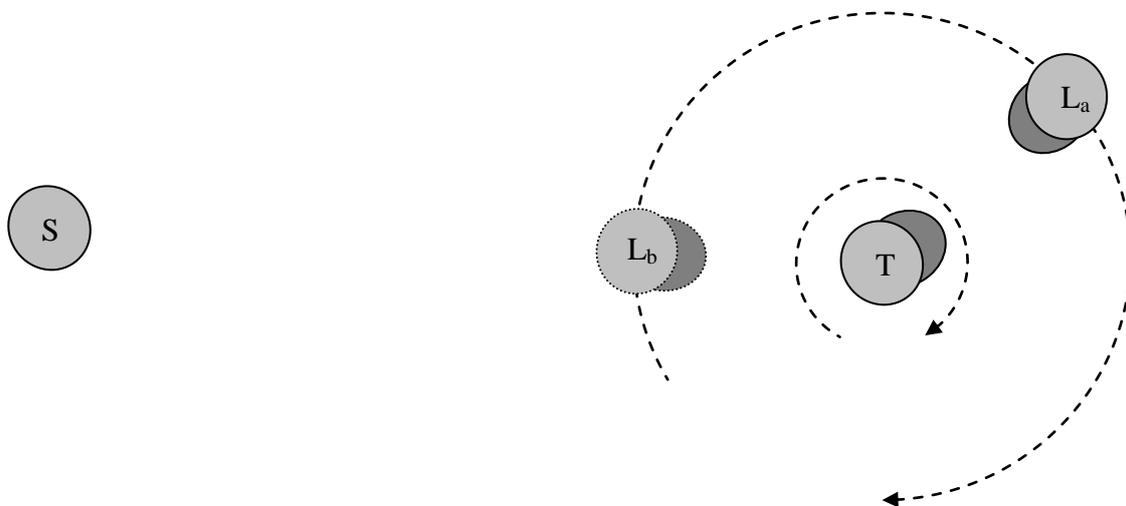
## 5. Propondo um modelo

Algumas perguntas são recorrentes quando o tema da Lua e seu movimento são abordados no ambiente escolar. A pergunta que guia este trabalho “O lado escuro da Lua nunca apanha Sol?” contém a necessidade latente da construção de um modelo que dê conta dela, como será visto a seguir.

<sup>3</sup> Objetos-modelo (BUNGE, 1974, p.35) são modelos simbólicos que reúnem algumas propriedades essenciais que se deseja representar. Já os modelos didáticos são representações de ordem superior (modelos de modelos), obtidos por transposição a partir dos modelos científicos (ADURIZ-BRAVO, MORALES, 2002, p. 77). Por fim, um objeto-modelo didático seria um “análogo concreto” de algum modelo científico, como atestam Galagovsky e Aduriz-Bravo (2001, p.236).

Outras perguntas que inevitavelmente surgem em atividades relacionadas ao movimento da Lua referem-se às fases da Lua e eclipses: quais partes da Lua aparecem iluminadas, e em quais épocas, quantas são as fases, e por que não ocorrem eclipses em todas as Lua Cheia ou Nova? Estas questões não serão aprofundadas aqui, mas esta é uma excelente ocasião para construir no ambiente de sala de aula modelos adequados que auxiliem na construção dos conceitos necessários. Recomendamos, por exemplo, a leitura dos trabalhos de Darroz *et al.* (2012), Martins e Langhi (2012), Nogueira e Canalle (2009), Queiroz, Souza e Machado (2009) e Saraiva *et al.* (2007).

Busquemos, então, essa resposta satisfatória à questão tema deste trabalho. Iniciaremos com a descrição de um modelo explicativo. É necessário, primeiramente, diferenciar o movimento de rotação - “*giro de um corpo em torno de um eixo que passa através dele*” (COMMINGS; KAUFMANN, 2010, apêndice G. 14) - de movimento orbital (o eixo de rotação está em geral fora do corpo; a Lua, por exemplo, se movimenta em torno do centro de massa do sistema Terra – Lua). Para fins didáticos, neste trabalho adotamos um período de 28 dias para a Lua completar uma volta em torno da Terra.



**Figura 1 - Neste modelo, três pessoas representam o Sol (S, fixo, sem boné, visto de cima), a Terra (T, com boné, girando em torno de si mesma sobre o mesmo ponto; veja o texto) e a Lua (L<sub>a</sub> e L<sub>b</sub>, de boné, descrevendo uma órbita completa em volta da Terra, sempre “olhando”, veja a aba do boné, para a Terra).**

Considere agora o modelo da Figura 1 – um modelo parecido é proposto por Nogueira e Canalle (2009, p.153) e por Ronan (1982, p.9). Neste modelo, o Sol, a Terra e a Lua são representados por três pessoas. A Figura 1 apresenta, numa vista superior, as cabeças de três pessoas que representam: o Sol (S), a Terra (T) e a Lua (L). As pessoas que representam a Terra e a Lua usam boné; a aba do boné servirá como referência. L<sub>a</sub> e L<sub>b</sub> configuram duas posições diferentes da Lua. Uma representação do sistema Sol – Terra – Lua como a que estamos propondo permite uma visualização (fora de escala) que pode facilitar a aprendizagem, pois uma das dificuldades inerentes na compreensão de assunto de astronomia, como as fases da Lua, é a alta abstração necessária e o conhecimento espacial exigido (LEITE; HOSOUME, 2009).

Coloquemos agora o modelo “a funcionar”. Enquanto a pessoa que representa a Terra gira, aproximadamente, 28 vezes em torno de si mesma (inicialmente, ela fará

isso sobre o mesmo ponto do assoalho), a pessoa que representa a Lua descreverá uma “órbita” completa em torno da Terra, sempre “olhando” para ela (a aba do boné de quem representa a Lua ajuda a entender melhor essa situação). Claro, não há necessidade de fazer a pessoa que representa a Terra rodar, de fato, 28 vezes em torno de si mesma. Podemos pedir a ela que rode algumas vezes. Imaginaremos que serão 28 rotações.

Mas, quem está posicionado na Terra (considere novamente a aba do boné da pessoa que representa a Terra) nem sempre vê a Lua. Em determinada época do mês, o observador da Terra poderá ver a Lua, por exemplo, na posição  $L_a$ , e ele a verá pelo lado da aba do boné  $L_a$  (veja a Figura 1). Note que é noite: o Sol está posicionado “nas costas” da pessoa que representa a Terra, T. Algumas horas depois, ele não verá mais a Lua; a aba de seu boné se voltará gradualmente para a direção da pessoa que representa o Sol (S), o “dia nasce”.

Alguns dias depois, a Lua estará posicionada na posição  $L_b$ . Note que, nesta posição, em qualquer hora do dia (ou da noite) será praticamente impossível ver a Lua devido ao ofuscamento produzido pela luz do Sol. Mas, se fosse possível vê-la (lembre: estamos “na Terra”!), então a veríamos novamente pelo lado da aba de seu boné. Temos agora a resposta que queríamos. As costas da pessoa que representa a Lua, ou seja, o lado oculto da Lua para quem está na Terra, são iluminadas pelo Sol, como podemos observar a partir do modelo da Figura 1. Então, o “lado escuro” da Lua nem sempre é “escuro”. Mas nós, da Terra, continuamos a não poder ver as costas da pessoa que representa a Lua; em outras palavras, nunca vemos as “costas” da Lua. Uma terminologia mais adequada é então “lado oculto”, e não “escuro”<sup>4</sup>.

O leitor perceberá agora um fato muito curioso. Se considerarmos o período de rotação da Lua, o intervalo transcorrido entre duas passagens de um dado ponto da superfície desta pela linha reta que une a Lua à Terra, perceberemos que este período é ... infinito! Já sabemos por quê: ao mesmo tempo em que a Lua dá uma volta em torno de seu eixo, ela também completa um giro em torno da Terra. Agora, olhando a Lua a partir de uma estrela distante, perceberemos que uma volta completa desta é feita em aproximadamente 28 dias. A sincronização entre o período de rotação da Lua e o seu período de translação ao redor da Terra também aparece em vários estudos como um assunto associado com certa dificuldade de compreensão. Longhini e Mora (2010), por exemplo, realizaram uma investigação sobre o conhecimento de astronomia com professores em serviço e em formação (alunos do curso de licenciatura). Na questão relacionada ao movimento sincronizado da Lua, 38% dos professores em serviço responderam corretamente.

O modelo proposto nesse trabalho, a fim de auxiliar na compreensão da resposta à questão “O lado escuro da Lua nunca apanha sol?”, foi “encenado” com alunos do sétimo e oitavo ano do ensino fundamental de uma escola pública na zona rural do município de Caxias do Sul, RS, como uma das diversas atividades realizadas pelos alunos da escola no contexto de uma mostra científica, abordando temas relacionados à astronomia e astronáutica. Ao propor esta encenação como uma forma de possibilitar a visualização dos fenômenos relativos ao movimento da Lua ao redor da Terra, os alunos

<sup>4</sup> Imagens do lado oculto da Lua feitas por uma sonda podem ser vistas no site: <<http://noticias.terra.com.br/ciencia/fotos/0,,OI142588-EI301,00-Veja+fotos+das+novas+imagens+do+lado+oculto+da+lua.html>> (acesso 29/11/2013).

aprovaram a proposta e demonstraram entusiasmo; muitos deles, imediatamente, se ofereceram para representar o Sol, a Terra e a Lua.

A encenação ocorreu ao ar livre em uma manhã ensolarada da primavera, como podemos observar na imagem da figura 2. Os alunos, conduzidos pela professora, são posicionados para o início da representação do movimento da Lua em torno da Terra, como mostra a figura 2; o aluno de jaqueta azul (A) representa o Sol, o aluno com jaqueta cinza e boné é a Lua (B) e o aluno de jaqueta vermelha (C) representa a Terra.



**Figura 2 - Encenação da órbita da Lua em torno da Terra. As letras A, B e C, nos alunos, representam o Sol, a Lua e a Terra, respectivamente. Os raios solares, de fato, como indicam as sombras dos alunos, parecem surgir do aluno A, o Sol.**

A encenação é então iniciada. O aluno representando a Lua, B, movimenta-se em torno do aluno que representa a Terra, C. Na Figura 3 podemos observar o movimento da Lua ao redor da Terra em quatro diferentes posições apresentadas nas imagens A, B, C e D. Observa-se na imagem A que o lado oculto da Lua (as costas do aluno de boné) é iluminado pelo Sol, ou usando a expressão inicial, “apanha Sol”. Nas imagens B e D, os raios solares atingem uma parte da Lua voltada para a Terra e uma parte do lado oculto. Na imagem C, o lado oculto da Lua, para um observador na Terra, não é iluminado pelo Sol, ou seja, nesta posição, o lado oculto da Lua é também o lado escuro.

Além disso, durante a “encenação” do modelo, os alunos perceberam a impossibilidade de o representante da Terra poder ver as costas da Lua. O fato da Lua ser um astro iluminado pelo Sol, em qualquer posição durante a translação, também ficou evidente durante a encenação.

Uma dificuldade que surge nos alunos durante a encenação é perceber que a Lua também possui um movimento de rotação em torno do seu próprio eixo (esta dificuldade também foi registrada no levantamento realizado por Langhi e Nardi, 2012, p. 102, e Nogueira e Canalle, 2009, p.156). A reação de um estudante a essa encenação

foi: “Ah, agora sim. Entendi. Vemos sempre a mesma face da Lua. Então, ela não gira!” É essencial responder a essa questão derivada com clareza; nessa ocasião, o modelo encenado revela mais uma de suas qualidades. Da Terra, de fato temos esta impressão. Mas se nos imaginássemos no Sol (aluno A na figura 2) veríamos ora a “frente”, ora as “costas” da Lua, e não haveria mais “lado oculto”! Isso, de certa forma, “demonstra” que a Lua gira<sup>5</sup>. Pode-se mostrar que a Lua gira a partir das imagens B e D da figura 3; os alunos que estão assistindo a encenação (fora do sistema Terra – Lua, na posição do Sol, por exemplo) percebem que a Lua também girou em torno do seu eixo, enquanto orbitando a Terra, devido ao fato de verem a face (imagem B) e as costas (imagem D) do aluno que representa a Lua.



**Figura 3 - Encenação da órbita da Lua (aluno com boné; o mesmo da Figura 2) em torno da Terra. As imagens A, B, C e D representam diferentes posições da Lua durante o seu movimento de translação.**

Durante a encenação, alguns questionamentos surgiram. Além da questão da rotação da Lua, mencionada acima, surgiram questões a respeito de qual fase da Lua representava cada posição e a quantidade de luz recebida pela Lua. Houve também indagações, por parte de um dos alunos participantes, acerca da posição destes astros

<sup>5</sup> Qual o tempo transcorrido para que ocorra uma revolução completa da Lua em volta de seu eixo? Se o sistema escolhido for o das estrelas distantes (“fixas”), então o período de rotação da lua é chamado “mês sideral” e dura aproximadamente 27,3 dias. Se a rotação completa é aferida em relação à direção que aponta da Terra para o Sol, então o período é chamado de “mês sinódico” e dura, aproximadamente, 29,5 dias. (Para entender as razões desta diferença, veja, por exemplo, COMINS e KAUFMANN, 2010, p. 47-48). Entretanto, o movimento de rotação não é um movimento relativo: se um corpo gira, ele girará com as mesmas características a partir de qualquer sistema (inercial) de referência que se queira escolher. Note que a Terra, neste caso, não pode ser considerada um sistema de referência inercial.

durante os fenômenos de eclipses lunares e solares (algumas questões foram tratadas também a partir de modelos propostos na literatura mencionados anteriormente).

Ao final da atividade, os alunos, então, voltaram-se à questão da OBA que motivou esse trabalho “Os astronautas nunca pousaram na face oculta da Lua”. Neste momento, o modelo proposto permitiu aos alunos tomarem conta de um fato curioso. A comunicação de um astronauta, posicionado no lado oculto da Lua, com a Terra seria dificultada, dado que a massa da Lua, interposta entre o astronauta e a Terra, atuaria como uma barreira quase intransponível para as ondas eletromagnéticas. O modelo proposto permite então prever que um astronauta fixado em algum ponto no lado oculto da Lua teria dificuldades de comunicação com sua base de lançamento, pois a Lua estaria sempre interposta entre ele e a Terra.

## **6. Considerações finais**

A maior parte das concepções iniciais preconizadas na literatura pôde ser identificada no decorrer do trabalho. Um primeiro grupo de estudantes, constituído da maior parte dos participantes da atividade, desconhecia o fato de a mesma face da Lua ser sempre vista da Terra. Então, nesses casos, não há nem a possibilidade inicial de surgirem concepções alternativas, dado que não há um modelo mental de partida, mesmo que incipiente. Para o segundo grupo, o daqueles que conheciam o fato, sim, o lado oculto da Lua deveria estar necessariamente no escuro. Então, o modelo proposto apresentou uma dupla finalidade: a de criar, para os estudantes do primeiro grupo, um modelo mental do movimento da Lua em torno da Terra, e a de desconstruir, para os estudantes do segundo grupo, uma ideia irrefletida acerca do “lado escuro” do satélite natural da Terra.

Um primeiro dividendo do uso de modelos no contexto do ensino e da aprendizagem da astronomia se revelou então: a ocasião de elaborar uma linguagem mais precisa. A expressão “lado escuro da Lua” induz a conceitos confusos, enquanto que “lado oculto da Lua” remete a algo que não se vê, mas que não necessariamente permanece na escuridão. Entretanto, essa precisão na linguagem de nada vale se não for acompanhada de uma construção efetiva de significado. Alguns indícios dessa construção de significados surgiram a partir das questões que os próprios estudantes propuseram. O “giro” da Lua, suas fases, seu lado oculto foram objeto de questões. Esse nos parece um ponto importante: mais do que na resposta a questões “pré-fabricadas”, a aprendizagem significativa se revela também por ocasião das perguntas que os alunos fazem. São as perguntas feitas pelos estudantes, muito mais que as respostas (por vezes formuladas pelos professores) que atestam a vitalidade de um modelo didático.

A proposta de realização de uma encenação ao ar livre a fim de responder à questão tema deste artigo propiciou um ambiente de debates, questionamentos, dúvidas e afirmações (na resposta à questão da OBA, por exemplo), onde vários temas e conceitos foram abordados além daqueles demonstrados na representação. Diante disso, podemos dizer que o modelo proporcionou aos alunos um aprimoramento, em algum grau, dos seus conhecimentos, tornando-os mais elaborados e estáveis e adquirindo significados.

Por fim, a dinâmica dos corpos celestes não é de fato um assunto muito fácil. Mas, nas palavras de Dawkins (2009, p.220), “[...] é o modelo que é simples, e não o fenômeno que ele demonstra.” Essa é a expectativa desse trabalho: apresentar um modelo simples, que leve gradualmente à construção de ideias cada vez mais complexas acerca da dinâmica do sistema solar.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem aos revisores da RELEA pelas suas valiosas contribuições ao artigo e ao CNPq pelo apoio financeiro.

## **Referências**

ADÚRIZ-BRAVO, A.; MORALES, L. El concepto de modelo en la enseñanza de la física: consideraciones epistemológicas, didácticas y retóricas. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.19, n.1: p.76-88, abr. 2002.

ARMATTE, M.; DALMEDICO, A. D. Modèles et modélisations, 1950 - 2000: Nouvelles pratiques, nouveaux enjeux. **Revue d’histoire des sciences**, v. 57, n. 2, p. 243-303, 2004.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003. Tradução do original **The acquisition and retention of knowledge** (2000).

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**, 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

BERNARDES, A. O.; GIACOMINI, R. Viajando pelo sistema solar: um jogo educativo para o ensino de astronomia em um espaço não formal de educação. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, 2010.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais - terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental**. Brasília: MEC / SEF, 1998.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **PCN+ Ensino Médio – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEF, 2000.

BRETONES, P. S. (Org.). **Jogos para o Ensino de Astronomia**. Campinas: Átomo, 2013.

BUNGE, M. **Teoria e Realidade**. Coleção Debates. Tradução de Gita K. Guinsburg. São Paulo: Editora Perspectiva, 1974.

CAMINO, N. Aprender astronomía jugando en una plaza. **Revista Latino Americana de Educação em Astronomia**, n. 14, p. 39-56, 2012.

COMMINGS, N.; KAUFMANN III, W. J. **Descobrimo o Universo**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

COPÉRNICO, N. **As Revoluções dos Orbes Celestes**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, p.56. 1984.

DARROZ, L. M.; PÉREZ, C. A. S.; ROSA, C. W.; HEINECK, R. Propiciando aprendizagem significativa para alunos do sexto ano do ensino fundamental: um estudo sobre as fases da Lua. **Revista Latino Americana de Educação em Astronomia**, n. 13, p. 31-40, 2012.

DAWKINS, R. **O Maior Espetáculo da Terra**. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

GALAGOVSKY, L.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Modelos y analogias en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. **Enseñanza de las ciencias**, v. 19, n. 2, 231-242, 2001.

GAMA, L. D.; HENRIQUE, A. B. Astronomia na Sala de Aula: Por Quê? **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 9, p. 6-15, 2010.

GOMIDE, H. A.; LONGHINI, M. D. Análise da presença de conteúdos de astronomia em uma década do exame nacional do ensino médio (1998-2008), **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 11, p.31-43, 2011.

IACHEL, G.; LANGHI, R.; SCALVI, R. M. F. Concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre o fenômeno de formação das fases da Lua, **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 5, p. 25-37, 2008.

LANGHI, R. Educação em astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 373, 2011.

LANGHI, R.; NARDI, R. Dificuldades encontradas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino de astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 2, p.75, 2005.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em astronomia: repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras Editora, 2012.

LE MOIGNE, J. L. **Qu'est-ce qu'un Modèle?** Confrontations Psychiatriques, 1987, número spécial consacré aux modèles. Disponível em <<http://www.intelligence-complexite.org/fileadmin/docs/lemoign2.pdf>> Acesso em 30/11/2013.

LEITE, C; HOSOUME, Y. Explorando a dimensão espacial na pesquisa em ensino de astronomia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 3, 2009.

LONGHINI, M. D.; MENEZES, L. D. D. Objeto virtual de aprendizagem no ensino de Astronomia: Algumas situações problemas propostas a partir do software Stellarium, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 3, p. 433. 2010.

LONGHINI, M. D.; MORA, I. M. Uma investigação sobre o conhecimento de astronomia de professores em serviço e em formação. In: LONGHINI, M. D. (org.) **Educação em Astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica**. Campinas, SP: Editora Átomo, p. 87 - 116. 2010.

MACHADO, D. I.; SANTOS, C. O entendimento de conceitos de astronomia por alunos da educação básica: o caso de uma escola pública brasileira. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 11, p. 7, 2011.

MARRANGHELLO, G. F.; PAVANI, D. B. Utilizando a câmera fotográfica digital como ferramenta para distinguir as cores das estrelas. **Física na Escola**, v. 12, n. 1, 2011.

MARTINS, B. A.; LANGHI, R. Uma proposta de atividade para a aprendizagem significativa sobre as fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 14, p. 27, 2012.

MARTINS, D. C.; GODOI, N.; MASCARENHAS, Y. P. Ensino de astronomia no ensino fundamental por meio da informática. In: LONGHINI, M. D. (org.). **Educação em astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica**. Campinas: Editora Átomo, p. 117 - 141, 2010.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física. 2011a.

MOREIRA, M. A. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review**. Porto alegre, v.1, n.2, p.43 - 63. 2011b.

MORET, S. S.; SOUZA, M. O. Desenvolvimento de recursos pedagógicos para inserir o ensino de astronomia nas séries iniciais do ensino fundamental, **Revista Latino-Americana de Educação em astronomia**, n. 9, p. 33, 2010.

NOGUERIA, S.; CANALLE, J. B. G. **Astronomia: ensino fundamental e médio** (Coleção Explorando o Ensino, vol. 11), Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009.

OURIQUE, P. A.; GIOVANNINI, O.; CATELLI, F. Fotografando estrelas com uma câmera digital. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, p. 1302-1-1302-8, 2010.

PINTO, S. P.; FONSECA, O. M.; VIANNA, D. M. Formação continuada de professores: estratégia para o ensino de astronomia nas séries iniciais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 71-86, 2007.

QUEIROZ, G. P.; SOUSA, C. J. B.; MACHADO, M. A. D. A prática de pesquisa de um professor do ensino fundamental envolvendo modelos mentais de fases da Lua e eclipses. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.8, p. 19-36, 2009.

RONAN, C. A. **Los Amantes de la Astronomia**. Barcelona: Editorial Blume, 1982.

SARAIVA, M. F. O.; SILVEIRA, F. L.; STEFFANI, M. H. Concepções de estudantes universitários sobre as fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.11, p. 63-80, 2011.

SARAIVA, M. F.; AMADOR, C. B.; KEMPER, E.; GOULART, P.; MULLER, A. As fases da Lua numa caixa de papelão. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 4, p. 9-26, 2007.

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

SILVA, F. S.; CATELLI, F.; GIOVANNINI, O. Um modelo para o movimento anual do sol a partir de uma perspectiva geocêntrica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, p. 7-25, 2010.

SILVEIRA, F. P. R. A.; SOUSA, C. M. S. G.; MOREIRA, M. A. Uma avaliação diagnóstica para o ensino de astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 11, p. 45, 2011.

SOARES, L. M.; NASCIMENTO, S. S. Formas de apropriação de instrumentos para o ensino de astronomia na formação continuada de professores. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 13, p. 41- 59, 2012.

SOBREIRA, P. H. A. Estações do Ano: concepções espontâneas, alternativas, modelos mentais e o problema da representação em livros didáticos de Geografia. In: LONGHINI, M. D. (Org.) **Educação em Astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica**. Campinas: Editora Átomo, p. 37-58, 2010.