

UM ESTUDO SOBRE AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DO MOVIMENTO APARENTE DO SOL NO CONTEXTO DO PROJETO ANALEMA

A STUDY ON ALTERNATIVE CONCEPTIONS OF THE SUN'S APPARENT MOTION IN ANALEMMA PROJECT

Bianca Gellacic¹, Vanessa Maira dos Santos², Rodolfo Langhi³

¹ UNESP Bauru/Departamento de Física, biancagellacic@hotmail.com

² UNESP Bauru/Departamento de Física, vanmaira@yahoo.com.br

³ UNESP Bauru/Departamento de Física, rlanghi@fc.unesp.br

Resumo: *Apresentamos uma breve síntese do estudo de concepções alternativas quanto ao movimento aparente do Sol sob o contexto do projeto internacional intitulado Proyecto de observación conjunta "CONSTRUCCIÓN OBSERVACIONAL DE LA ANALEMA". Segundo a literatura consultada, as concepções alternativas encontradas devem-se devido à falta de contato com o tema na escolarização básica dos entrevistados, esta por sua vez é justificada devido à falta de conteúdos de astronomia na formação dos professores em sua graduação. Ações nacionais vem sendo desenvolvidas no país, porém não pudemos notar estes resultados, visto que são a longo prazo e ainda muito centralizados e escassos. Desenvolvendo a construção do analema, questionamos alguns visitantes do Observatório Didático de Astronomia da UNESP de Bauru em sua atividade de visitação pública, sobre o movimento aparente do Sol. Utilizando a metodologia da Análise de Conteúdo constatamos a persistência das concepções alternativas já estabelecidas pela literatura, e ainda pode-se verificar o desconhecimento por parte dos visitantes de atividades e medições desde tipo (pesquisas astronômicas realizadas na própria Terra com instrumentos simples). Este levantamento possibilitou ainda à equipe a estruturar e reelaborar as palestras e outras atividades referentes ao tema.*

Palavras-chave: Educação em Astronomia; Espaços não formais de ensino; Análise do Conteúdo; Divulgação científica.

Abstract: *We explain a synthesis of the study of alternative conceptions about the apparent movement of the Sun in the context of the International Project designate "Proyecto de observación "CONSTRUCCIÓN OBSERVACIONAL DE LA ANALEMMA". According to the literature, the alternative conceptions found should be due to lack of contact with the subject in the basic education of the interviewed; this in turn is justified due to lack of astronomy content in the training of teachers in their graduation. National actions has been developed in the country, but we can't identify these results, as they are long term and still very centralized and scarce. Developing the construction of the analemma, we questioned some visitors from Didactic Astronomical Observatory of the UNESP/Bauru in its public visitation activity on the apparent movement of the Sun. Using the methodology of content analysis found the persistence of alternative concepts already established in the literature, and still can be seen the lack of knowledge by the activities of visitors and measurements from type (astronomical research performed in the Earth with simple instruments). This survey also enabled the team to structure and redraw the lectures and other activities related to the topic.*

Keywords: Astronomical Education; non-formal spaces of Education; Content analysis, Scientific divulgation.

INTRODUÇÃO

O Analema desenvolvido no Observatório Didático Astronômico “Lionel José Andriatto”, localizado na UNESP/Bauru, faz parte de um projeto internacional intitulado *Proyecto de observación conjunta* “CONSTRUCCIÓN OBSERVACIONAL DE LA ANALEMA” (CAMINO, 2015a) que tem por objetivos a continuidade de um trabalho já desenvolvido com outras temáticas e suas respectivas concepções sobre a didática empregada na astronomia (CAMINO, 2015). Estudos já realizados pelo grupo local (SANTOS e LANGHI, 2015) revelaram a eficiência do gnômon e seu analema para o mapeamento de concepções alternativas sobre o movimento aparente do Sol.

O levantamento realizado pela equipe mostrou o desconhecimento do público (em sua maioria jovens) sobre características do Sol e o movimento aparente do Sol. Concepções alternativas já conhecidas (LANGHI, 2011) foram constatadas e puderam ser trabalhadas em uma palestra ministrada posteriormente.

As constatações das concepções alternativas persistem, pois embora tópicos de Astronomia façam parte do currículo escolar e dos documentos oficiais do MEC, a formação dos professores responsáveis por ministrarem estes temas, em geral, não contemplam os tópicos necessários. Com as recentes adequações solicitadas, alguns cursos estão inserindo tópicos de astronomia, o que pode ser um fato promissor.

Uma outra tendência, que já se vislumbra, é a multidisciplinaridade. Se compararmos a Astronomia de hoje com aquela feita no Brasil até o fim dos anos 70 perceberemos que foi a interseção da Astronomia tradicional com a Física (em suma, a introdução da Astrofísica como área de pesquisa no Brasil) o que diversificou e modernizou a Astronomia brasileira. (ROCHA-PINTO et al., 2009, p.3)

As instituições colaboradoras são: IF/UFRGS, UNESP, PTI, UCS, IFSP, UFG, IFSO, UFU e CONICET-FHCS UNPSJB.

MATERIAL E MÉTODOS

Todo o projeto foi realizado de maneira descentralizada por seus colaboradores. A troca de correios eletrônicos foi a principal ferramenta de trabalho, o contato com outros grupos locais pessoalmente foi possível em alguns encontros e eventos de astronomia no decorrer do ano, gerando discussões proveitosas. O responsável pelo projeto encaminhou a todos um documento explicativo sobre a temática e de como proceder em algumas etapas do projeto (porém este não se enquadra em um roteiro fechado de experimento).

Com o auxílio de voluntários do observatório, foi possível a construção de uma base de cimento e a fixação do gnômon num local onde ao meio dia civil havia iluminação solar durante todo o ano. Nele também foram estabelecidos os pontos cardeais, sendo as medições realizadas semanalmente (exceto em dias totalmente nublados ou dias chuvosos) às 12 horas do horário civil brasileiro. A medição consiste em, no horário estabelecido, medir a sombra do gnômon e medir qual a distância entre o extremo da sombra e a haste.



Figura 1: Construção da base cimentada para marcação do Analema (fonte: autores).

Ao longo do ano é possível notar a figura do analema sendo formada na base construída. Os dados extraídos podem ser tratados e dele pode-se encontrar o meio dia solar.



Figura 2: Figura do analema sendo formada (fonte: autores).

O levantamento e estudo das concepções alternativas de visitantes do Observatório Didático de Astronomia da UNESP Bauru foi realizado através da observação (FLICK, 2009) e um questionário com relação ao movimento aparente do Sol na esfera celeste (quadro 1).

Quadro 1: Questionário aplicado (fonte: autores).

O que é o Sol?	
Em qual ponto cardinal o Sol nasce todos os dias?	Em qual ponto cardinal o Sol se põe todos os dias?
Há sombra ao meio-dia ? Por que?	
Faça uma linha que represente a trajetória que o Sol faz no céu se você observá-lo se pondo aqui em Bauru.	

A elaboração das perguntas do questionário teve como fundamentação um estudo das concepções alternativas em Astronomia apresentadas pela literatura da área (LANGHI, 2011). A aplicação do questionário se deu por meio de contatos pessoais e diretos com visitantes escolhidos aleatoriamente, nas ocasiões em que o Observatório abria suas portas para o público visitante.

O levantamento das concepções incluiu também conversas informais com os visitantes enquanto estes aguardavam a sua vez na fila dos telescópios. As respostas foram analisadas segundo os princípios da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2009) focando principalmente a técnica da análise categorial. Conforme esta metodologia de análise, o corpus de análise fornece indicadores qualitativos que permitem inferências da parte do analista. As fases da Análise de Conteúdo, segundo Bardin (2009), foram respeitadas neste trabalho, desde a exploração do material por meio de leituras flutuantes e formulação de indicadores e índices que conduzem às categorizações e a interpretação das inferências.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante todo o projeto o monitor do Observatório teve a construção do Analema via leituras orientadas pelo responsável do projeto, troca de correio eletrônico com outros participantes e a orientação do professor responsável local. Algumas dúvidas surgiram e algumas falhas de execução foram cometidas, sendo que a busca por resposta e novos métodos a serem aplicados foram necessários.

Conforme Langhi (2011), algumas das concepções já encontradas em pesquisas da área sobre este tema são: a) o Sol sempre nasce no ponto cardinal Leste e seu ocaso sempre se dá no ponto Oeste; b) pontos cardinais 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; c) ao meio-dia não há sombra, pois o Sol está sempre a pino; d) 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; e) a ordem de ocorrência das nossas estações do ano é: primavera, verão, outono e inverno; f) nos polos há seis meses de escuridão e seis meses de claridade.

Estas concepções alternativas são provenientes do desconhecimento e o não contato dos sujeitos pesquisados ao tema em sua escolaridade, pois, pode-se constatar que a situação de insegurança com relação à astronomia pode levar o professor à omissão total no seu ensino de conteúdo dessa natureza, conforme atestam as pesquisas da área (LANGHI e NARDI, 2012).

Um dos motivos da insegurança é que a graduação não contempla o “currículo mínimo” solicitado pelo MEC. Deste modo, 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).

A análise das concepções levantadas utilizando a metodologia de Análise de Conteúdo (BARDIN, 2009) indica algumas categorizações que podem aprimorar os futuros atendimentos do Observatório, além de contribuir para a área de pesquisa em Educação em Astronomia. Um dos resultados já aplicados foi a elaboração do material didático de apoio “*Prezi – O Sol*” (GELLACIC e LIRA, 2013).

Dentro do questionamento realizado, inicialmente pode-se notar, conforme registrado pelas observações das pesquisadoras, insegurança na maioria das respostas, podendo-se dizer que nenhuma delas foi dada com total certeza. Quanto à classificação do Sol, não houve respostas que o classificava como planeta, mas a distinção entre Sol e estrela serem corpos diferentes pôde ser constada.

Sobre os pontos onde aparentemente o Sol toca o horizonte sobre o nascente e o poente, a dificuldade dos sujeitos da amostra ficou evidente, pois constatamos respostas cujo pôr do Sol ou nascer do Sol se davam entre norte-sul ou leste-oeste, sem a certeza de qual das duplas de pontos cardeais era a correta e onde seria o poente e o nascente. A localização e quais eram os pontos cardeais era uma dificuldade eminente, muito presente nas respostas obtidas (figura 3).

As respostas sobre a composição química do Sol foram quase unânimes ao conter a concepção de que ele possui fogo comum. Alguns questionaram sobre como se iniciou esse fogo (como se deu a combustão) mas não tinham outra resposta que lhes parecia plausível.

Quanto às estações do ano, encontramos as diferentes concepções: aproximação e afastamento do Sol, órbita circular dos planetas em torno do Sol, dificuldade em relacionar a rotação da Terra com o movimento aparente do Sol. Foi associada também às estações do ano, a questão agrícola de plantio, ciclo da água no quesito estiagem e a percepção dos animais na mudança das estações.

Nas respostas sobre a existência de sombra ao meio dia, foi unânime que ao meio dia civil o Sol está “a pino”, ou seja, coincide com o zênite. Alguns comentaram sobre a questão de já ter notado que alguma parte das suas casas havia diferentes incidências da luz solar ao longo do ano, porém não tinham argumentos para explicar esse fenômeno e também não souberam relacionar esse fato a questão de que o Sol poderia não estar coincidindo com o zênite. Muitas vezes as respostas

associavam atividades domésticas (como por exemplo, pendurar roupas no varal) com as diferentes posições do Sol no céu no decorrer das estações.

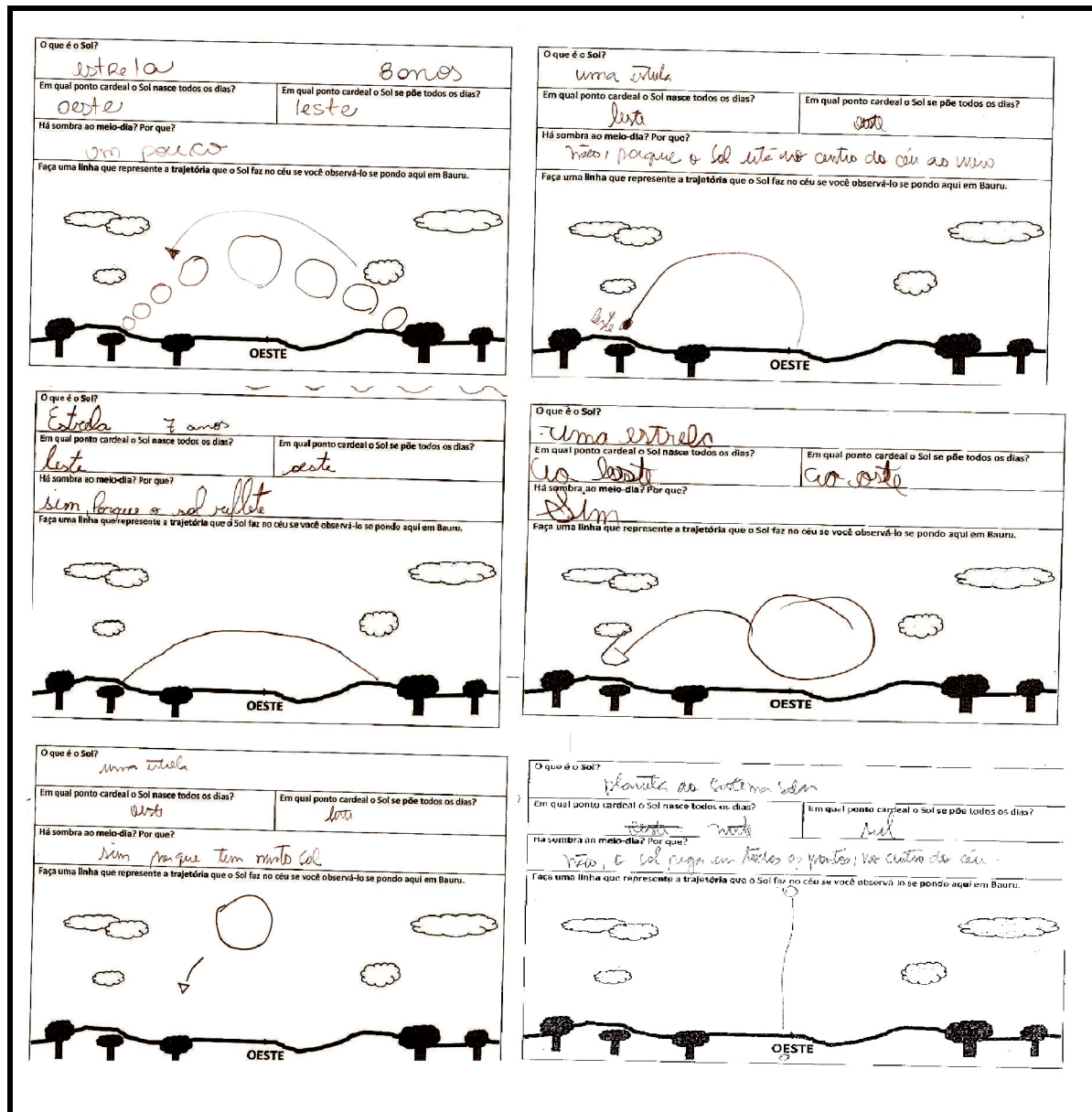


Figura 3: Representações dos sujeitos acerca de suas concepções (fonte: autores).

Além das concepções encontradas que já eram estabelecidas na literatura consultada, pode-se notar o desconhecimento das pesquisas em Astronomia realizadas sobre a superfície terrestre. Para muitos, pesquisas em Astronomia devem por obrigação serem realizadas por satélites, telescópios orbitais ou na estação espacial. Experimentos simples, que não demandam de muita tecnologia e eletrônica eram desconhecidos pelos entrevistados como uma pesquisa em Astronomia. A medição do movimento aparente do Sol pelo gnômon do Projeto Analema foi questionada por muitos se realmente era um levantamento científico ou apenas uma reprodução não fiel de um experimento realizado para realmente medir o movimento aparente do Sol no decorrer do ano.

Após a identificação das unidades de registro nas respostas dos sujeitos e a sua organização em indicadores, apresentamos sinteticamente, na tabela 1, as

principais categorizações encontradas após a aplicação da metodologia de análise (BARDIN, 2009):

Tabela 01: Síntese das categorias encontradas (fonte: autores).

CATEGORIAS	INDICADORES
Disposição pessoal dos sujeitos quanto às questões	<ul style="list-style-type: none"> • Insegurança para responder a maioria das perguntas • Dificuldades de abstração sobre o tema e o observável • Negação em responder
Espaço não formal	<ul style="list-style-type: none"> • Uso dos resultados para aprimorar os futuros atendimentos do Observatório • A construção do analema representa mais um espaço de visitação
Movimento do Sol	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade de identificação dos pontos cardeais • Estações do ano como consequência da aproximação e afastamento da Terra • Órbitas circulares dos planetas em torno do Sol • Dificuldade de relacionar a rotação da Terra com o movimento aparente diurno do Sol • Estações do ano referenciadas pela agricultura e comportamento animal • Ao meio dia civil o Sol está no zênite • Dificuldade em relacionar as diferentes incidências da luz solar com o movimento anual do Sol
Sol	<ul style="list-style-type: none"> • Não apresentam distinção entre Sol e estrela • O Sol é uma bola de fogo comum
Instrumentação astronômica (analema)	<ul style="list-style-type: none"> • Há a ideia de que as pesquisas em Astronomia devem ser obrigatoriamente realizadas no espaço, com equipamentos sofisticados • Não relacionam a curvatura dos pontos do analema com os diferentes ângulos de altura do Sol ao longo do ano • O Sol faz o mesmo caminho no céu todos os dias do ano • Não compreendem a razão da medida da haste (gnômon) • Não conseguem explicar por que o analema apresenta uma figura em formato curvilíneo (movimento anual do Sol), já que há a concepção de que a trajetória do Sol (movimento diurno) no céu é linear

A metodologia de análise utilizada permite a execução da etapa das inferências e interpretações (BARDIN, 2009), as quais são resumidamente: o Projeto Analema possibilitou aos monitores do Observatório proporcionar ao público e às escolas visitantes a oportunidade de aprendizagem sob um modelo mais questionador, reflexivo e experimental, superando a abordagem exclusivamente conteudista, expositiva ou sob a racionalidade técnica. Pensando no fato de este ter sido realizado num espaço não formal de ensino, foi possível desvincular o sujeito de um sistema formal e tradicional, libertando-o de uma opressão pedagógica no tocante a processos avaliativos em que os alunos são normalmente obrigados a memorizar conteúdos e os reproduzirem em um instrumento de avaliação quantitativa (“prova”), do qual se extraem resultados numéricos que supostamente expressam o grau de compreensão do aluno acerca dos temas trabalhados em sala de aula. Por outro lado, os visitantes tiveram a oportunidade de responderem questões de modo não avaliativo, permitindo-lhes a espontaneidade nas respostas, fator importante para levantamentos de dados em pesquisas desta natureza. Além disso, as perguntas efetuadas apresentaram uma função motivacional, induzindo os

sujeitos a se expressarem livremente e a refletirem sobre o tema abordado, estabelecendo relações com seu cotidiano.

A aprendizagem, neste caso, foi potencializada pela figura do analema obtida por um instrumento simples (gnômon), sendo possível relacionar com as vivências e experiências diárias comuns, tal como reconhecer que a luz solar incide de modos diferentes em suas casas ao longo do ano. No entanto, reconhecemos que, segundo os resultados nos mostraram, nem sempre é tão evidente esta relação para todos os visitantes.

CONSIDERAÇÕES

Os resultados encontrados neste estudo contribuíram para o aperfeiçoamento de materiais de apoio aos monitores do Observatório Didático de Astronomia da UNESP de Bauru e revelaram aos envolvidos quão proveito pode ser uma atividade conjunta internacional para sua formação como monitor de um espaço não formal de ensino. O contato com diversos grupos de trabalho (que são pesquisadores da área) e o desafio de trabalhar com um projeto de tamanha grandeza fomenta a inserção de atividades multidisciplinares, sem roteiro fechado ou com “receita pronta”, tendo o papel de instrumento de investigação, promovendo a aprendizagem e conseqüentemente a construção do conhecimento quanto a conteúdo e técnicas de instrumentação.

Outra inferência que a análise do conteúdo nos permitiu construir é a substancial falta do hábito de observar o céu da parte do grande público em geral, revelada ao longo das interpretações das respostas dos sujeitos. Além disso, os registros das suas respostas parecem apontar para uma relativa falta de atenção durante as observações, o que no processo cognitivo precede as concepções alternativas. Há de se mencionar também que, embora a questão da natureza do Sol tivesse sido colocada juntamente com uma discussão sobre o movimento aparente do Sol, acreditamos que se trata de um tema diferenciado, o qual poderia ser discutido em outro momento com os visitantes.

Para o visitante que interage com o instrumento, este traz mais uma possibilidade de estudo, que muitas vezes durante sua vida acadêmica não teve a oportunidade ou foi ensinado erroneamente ou ainda, foi ensinado, mas não teve um significado pessoal e/ou proveitoso, caindo no esquecimento. É relevante ressaltar a importância dos centros de ciência, observatórios, museus e espaços não formais enquanto um espaço de aprendizagem. Nele, o visitante pode muitas vezes estar à procura de respostas as quais não foram trabalhadas em ambientes formais de ensino (escolas), muitas vezes devido à opressão pedagógica e obstáculos burocráticos que comumente são encontrados. Estando os monitores deste espaço capacitados e habilitados a fornecer subsídios para que este visitante possa trilhar novos caminhos do conhecimento, toda a sociedade envolvida terá ganhos educacionais ímpares.

Apoio: Pró Reitoria de Extensão Universitária da UNESP/Bauru (PROEX)

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.

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

CAMINO, N. Encontro de Pesquisa – Projetos de Observação conjunta. In: Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, 3, 2014, Curitiba. **Atas...** São Paulo: SAB, 2015.

CAMINO, N. **Proyecto Construcción observacional de la Analema**. Argentina, 2015a. Disponível em: <<http://cms.iafe.uba.ar/gangui/didaastro/>> Acesso em: mar 2016.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**, 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GELLACIC, B.; LIRA, A.; **O Sol**. Bauru, 2013. Disponível em: <https://prezi.com/y_76sasrjy_f/o-sol-observatorio-lionel-jose-andriatto-unesp-bauru-alef-lira-e-bianca-gellacic/> Acesso: mar 2016.

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. **Educação em Astronomia**: repensando a formação de professores. São Paulo: Escrituras, 2012.

ROCHA-PINTO, H. J. et al. Ensino de Astronomia na Graduação. **Relatório Anual do INCT-A (anexo 5b)**, 2009. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~incta/Rel_Anuar_2009/Anexo_5b_Ensino-Astronomia.pdf>. Acesso em: mar 2016.

SANTOS, V. M.; LANGHI, R. Um estudo sobre as concepções alternativas do movimento aparente do Sol por meio da observação conjunta de um gnômon e seu analema. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 27, 2015, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: PROPe, 2015.