

# A SOMBRA DE UM GNÔMON AO LONGO DE UM ANO: OBSERVAÇÕES ROTINEIRAS E O ENSINO DO MOVIMENTO APARENTE DO SOL E DAS QUATRO ESTAÇÕES

*Anderson Giovanni Trogello<sup>1</sup>  
Marcos Cesar Danhoni Neves<sup>2</sup>  
Sani de Carvalho Rutz da Silva<sup>3</sup>*

**Resumo:** Muitas concepções alternativas são reconhecidas entre os diversos grupos de estudantes, em especial nos da educação básica. Dentre elas, o movimento aparente do Sol, por mais cotidiano que seja, proporciona variadas interpretações. Deste modo, observar e registrar o movimento dos astros na abóboda celeste é uma tarefa necessária ao ensino de Astronomia. O trabalho que ora se apresenta propõe a apresentação dos resultados da observação do movimento aparente do Sol por intermédio da marcação da sombra de um *gnômon* vertical por alunos de uma turma do sexto ano do ensino fundamental de uma escola do campo do Paraná. O projeto em si ocorreu em quatro etapas, em datas próximas do equinócio de março, do solstício de junho, do equinócio de setembro e do solstício de dezembro. Além disso, foram desenvolvidas aulas teóricas em sala de aula. Tais métodos buscaram construir conceitos em torno da movimentação aparente do Sol e da alternância das estações do ano. Diante dos resultados provenientes das atividades desenvolvidas foi aplicada uma avaliação e os dados demonstraram um aprendizado desejado dos alunos quanto: ao reconhecimento dos pontos cardeais; à descrição do movimento solar aparente e a ocorrência das estações do ano e sua alternância a partir de observações astronômicas a olho nu.

**Palavras-Chave:** Ensino de Astronomia; estações do ano; gnômon vertical.

## LA SOMBRA DE UN GNOMON LO LARGO DE UN AÑO: OBSERVACIONES DE RUTINA Y LA ENSEÑANZA DEL MOVIMIENTO APARENTE DEL SOL Y LAS CUATRO ESTACIONES

**Resumen:** Muchos conceptos alternativos son conocidos entre los distintos grupos de alumnos, sobre todo en la educación básica. Entre ellos, el movimiento aparente del Sol, por más cotidiano que sea, se presta a interpretaciones variadas. Por lo tanto, observar y registrar el movimiento de las estrellas en la bóveda celeste se torna una tarea necesaria para la educación en astronomía. El trabajo que aquí se presenta propone la presentación de los resultados de la observación del movimiento aparente del sol a través de la marcación de la sombra del *gnomon* vertical a cargo de los estudiantes en una división de sexto grado de de la escuela primaria rural de Paraná. El proyecto en sí se llevó a cabo en cuatro etapas, en fechas cercanas al equinoccio de marzo, al solsticio de junio, al equinoccio de septiembre y al solsticio de diciembre. Además, se dictaron clases teóricas en la sala de aula. Estos métodos buscaron construir conceptos en torno al movimiento aparente del Sol y la sucesión de las estaciones. Teniendo en cuenta los resultados de las actividades se aplicó una evaluación cuyos datos demuestran la existencia de un aprendizaje deseado por los estudiantes en cuanto a: el reconocimiento de los puntos cardinales, la descripción del movimiento solar aparente y la aparición de las estaciones y su alternancia a partir de observaciones astronómicas visuales sin instrumentos.

**Palabras clave:** Enseñanza de la Astronomía; estaciones; gnomon vertical.

---

<sup>1</sup>Mestrando do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia (PPGCET) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Ponta Grossa-PR. Email: trogello@hotmail.com.

<sup>2</sup>Professor do PPGECT-UTFPR. Email: macedane@yahoo.com.

<sup>3</sup>Professora e Coordenadora do PPGECT-UTFPR. Email: sanirutz@gmail.com.

## THE SHADOW OF A *GNOMON* ALONG A YEAR: ROUTINE OBSERVATIONS AND TEACHING OF APPARENT MOTION OF THE SUN AND THE FOUR SEASONS

**Abstract:** Many misconceptions are recognized among the various groups of students, especially in the elementary school. Among them, the apparent motion of the Sun, in spite of its daily occurrence, is subject to varied interpretations. Thus, the observation and recording of the motion of the stars in the celestial vault is a necessary task for astronomy education. The work presented here proposes the presentation of the results of observations of the apparent movement of the sun by marking the shadow of a vertical *gnomon* by the students in a class of sixth graders of elementary rural school of Paraná. The project itself was conducted in four stages, on dates near the March equinox, the June solstice, the September equinox and the December solstice. In addition, lectures were developed in the classroom. Such methods sought to build concepts around the apparent movement of the Sun and the alternation of the seasons. Given the results of the activities, an evaluation was applied and the data demonstrated a desired student learning such as: the recognition of the cardinal points, the description of the apparent solar motion and the occurrence of the seasons and their alternation from astronomical observations at naked eye.

**Keywords:** Teaching of Astronomy; seasons; vertical gnomon.

### 1. Introdução

Hodiernamente, a realização de inúmeras tarefas congruentes ao cotidiano humano ocorre de forma rotineira e atrelada à dimensão *tempo*. Neste sentido, ações simples como ir à escola, semear uma cultura, alimentar um animal, alimentar-se ou mesmo trabalhar, estão inequivocamente vinculadas a mecanismos engendrados por recursos como calendários e as marcações horária. Como seria a rotina humana sem tais recursos? É difícil, hoje, imaginar tal situação. Mas em algum momento da história, nos primórdios da humanidade, as pessoas não possuíam quaisquer tecnologias sobre a passagem do tempo.

Os primeiros passos da Astronomia, que é considerada uma das mais antigas ciências, foram dados apoiados em observações e registros do movimento dos astros na esfera celeste (RONAN, 1982; AFONSO, 1996; MILONE, 2009). “O fascínio pelos fenômenos celestes levaram os seres humanos a especular e desenvolver ideias astronômicas desde a mais distante Antiguidade (BRASIL, 1998, p.38)”. A influência de registros astronômicos na construção das primeiras medidas de tempo e as referências geográficas são etapas do desenvolvimento das primeiras tecnologias calendricais e de relojoaria que marcam a cultura e a civilização humana (CANIATO, 1990; WHITHROW, 1993; AFONSO, 1996). Estas etapas, lentas mas inexoráveis, demonstram a importância das observações astronômicas (Sol, Lua e estrelas) para as mais diversas culturas registradas em diferentes rincões do planeta (RONAN, 1982).

Dentre os astros observados, possivelmente tenha sido o Sol que recebeu maior atenção. Neste sentido, esta estrela foi por diversas vezes, e por diferentes civilizações, estudada e registrada, principalmente por um instrumento dos mais antigos e simples da Astronomia – o *gnômon vertical*. Esta ferramenta consiste em uma vareta cravada verticalmente em um solo plano e sob a luz solar (AFONSO, 1996). Com este instrumento primitivo, os povos antigos passaram a interpretar e precisar o movimento solar *aparente*, através do registro e comparação da variação da sombra ao longo de

horas ou mesmo ao longo de diferentes dias. Deste modo, foi possível erigir uma constelação de conhecimentos práticos, como: a orientação horária, a duração do ano com 365 dias ou próximo disso, ou mesmo o período de início e término de cada estação do ano.

A humanidade, desde os tempos remotos, necessitou de [...] (orientação) e de medir o tempo. Os homens precisavam saber quanto tempo tinham de claridade para poder realizar diferentes tarefas. Observar a variação do comprimento da sombra durante o dia foi uma das primeiras práticas para medir a passagem do tempo, e para buscar orientação de acordo com os pontos cardeais. Observando também as sombras foi possível definir as estações do ano que influenciavam fortemente nas atividades agrícolas (SOARES, 2011, p.2).

Além disso, o trabalho com o gnômon permite inferir que o movimento diurno aparente do Sol não acontece em uma mesma trajetória, ou ainda, definir os pontos cardeais para cada local. O recurso do uso deste instrumento pode ligar-se inexoravelmente à educação de conceitos astronômicos, pois o registro do movimento dos astros de forma organizada e, principalmente, rotineira torna-se uma atividade essencial para o ensino de Astronomia e, logo, de ciências (BRASIL, 1998). Desta forma, esta metodologia, entendida como atividade prática (KRASILCHIK, 2005), pode auxiliar o ensino de fenômenos astronômicos (AFONSO, 1996; CANALLE, 1999; OBA, 2009; CORDANI, 2009; DANHONI NEVES, 2011).

As atividades práticas em sala de aula, como a de registrar o movimento do Sol por meio das sombras de um gnômon, preenchem uma pequena parcela das infinitas necessidades do ensino de ciências e da busca de uma motivação para o despertar do interesse de crianças e jovens para a ciência e suas complexas relações com o cotidiano. Sabemos que a parcela maior do ensino é dada à explanação dos conteúdos, configurando uma aula centrada no conhecimento do professor (KRASILCHIK, 2005), o que acaba por tornar a alfabetização em astronomia superficial e desconexa da realidade (KAWAMURA e HOSOUME, 2003; PEDROCHI; DANHONI NEVES, 2005).

Para Pedrochi e Danhoni Neves (2005), o trabalho docente no ensino de Astronomia deve priorizar a aproximação da explicação com a assimilação do fenômeno exposto, uma vez que esta ciência abarca conceitos abstratos à concepção humana. Trabalhos como este, que buscam favorecer a assimilação e a acomodação de conceitos à observação de fatos cotidianos podem ser uma importante ferramenta no ensino de Astronomia (BRASIL, 1998).

Neste sentido, o trabalho que ora se apresenta buscou realizar, numa atividade escolar diferenciada, o registro do movimento aparente do Sol, por meio da sombra de um gnômon vertical. Tais dados foram arrolados em meio a quatro datas ao longo do ano, procurando propor uma atividade rotineira e construtiva ao ensino de Astronomia, em especial a abordagem de conceitos relativos à movimentação aparente do Sol e a ocorrência das estações do ano (outono, inverno, primavera e verão).

## 2. Metodologia

A investigação levada adiante nas atividades desenvolvidas contou com uma sala de aula do sexto ano (quatorze alunos) do Ensino Fundamental de uma escola estadual do município de Missal (região oeste do Paraná – latitude - 25°08', situada, portanto, ao sul do Trópico de Capricórnio) no ano de 2012. Foi proposta à este grupo, uma investigação astronômica da trajetória aparente do sol dentro do escopo de um trabalho de pós-graduação, e com base tanto no currículo nacional de ciências (BRASIL, 1998) quanto no estadual (PARANÁ, 2008), que enfatizam o trabalho de conceitos de Astronomia para o nível de escolarização onde as atividades foram desenvolvidas.

Neste sentido, foi proposto um trabalho de observação sistemática de sombras usando um gnômon vertical, procurando avaliar se o emprego de tal metodologia pode favorecer a assimilação efetiva de conceitos astronômicos num contexto da cotidianidade dos alunos.

É importante deixar claro que o trabalho levado adiante na escola pode ser caracterizado como *projeto* (KRASILCHIK, 2005), acontecendo em diferentes momentos durante o ano. Como afirma Danhoni Neves (2011), o ensino de Astronomia necessita de atividades exploratórias interligadas e não apenas eventos pontuais e isolados. Como preconiza os Parâmetros Curriculares Nacionais e as Diretrizes Estaduais, o ensino precisa adotar uma ação integrada envolvendo diferentes disciplinas, numa proposta inter e transdisciplinar do conhecimento científico (DANHONI NEVES, 2011).

O projeto desenvolvido na escola baseou-se, pois, no registro da sombra da vareta cravada verticalmente em solo plano, em diferentes horários e em diferentes datas ao longo do seguinte ano letivo. Este projeto registrou as observações e as dimensões (comprimentos) das sombras de um gnômon nas datas exatas ou próximas dos eventos de equinócios e solstícios. A abordagem visava a compreensão e assimilação de conceitos como a movimentação aparente do Sol, as estações do ano e a orientação espacial.

As atividades desenvolvidas, de forma sistemática, permitiram obter resultados por intermédio de uma avaliação aplicada aos alunos ao final dos trabalhos realizados (fim do período letivo), como consta num questionário de perguntas abertas e fechadas (Quadro 1).

O questionário foi estruturado segundo trabalhos previamente encontrados na bibliografia (TRUMPER, 2001; PEDROCHI; DANHONI NEVES, 2005; SCARINCI; PACCA, 2006). Os trabalhos de pesquisa buscam levantar as concepções dos alunos após determinadas intervenções com o material gnômon vertical.

Os dados arrolados foram analisados e tabulados de acordo com a metodologia de Análise de Conteúdo (BARDIN, 2000). Esta metodologia pode ser realizada considerando a análise por categorias temáticas, ou seja, a investigação do texto produzido por alunos permite identificar seus significados, suas frequências e inferir sobre as concepções dos mesmos. A transposição de uma vivência não sistematizada: a alternância do dia e da noite ou das estações do ano, quando confrontada com uma questão formal permite que sejam afloradas concepções que poderão ser de grande valia no complexo processo de ensino-aprendizagem e na busca de proposições

metodológicas para a superação dos obstáculos epistemológicos que, invariavelmente, colocam-se como impeditivos a um aprendizado efetivo.

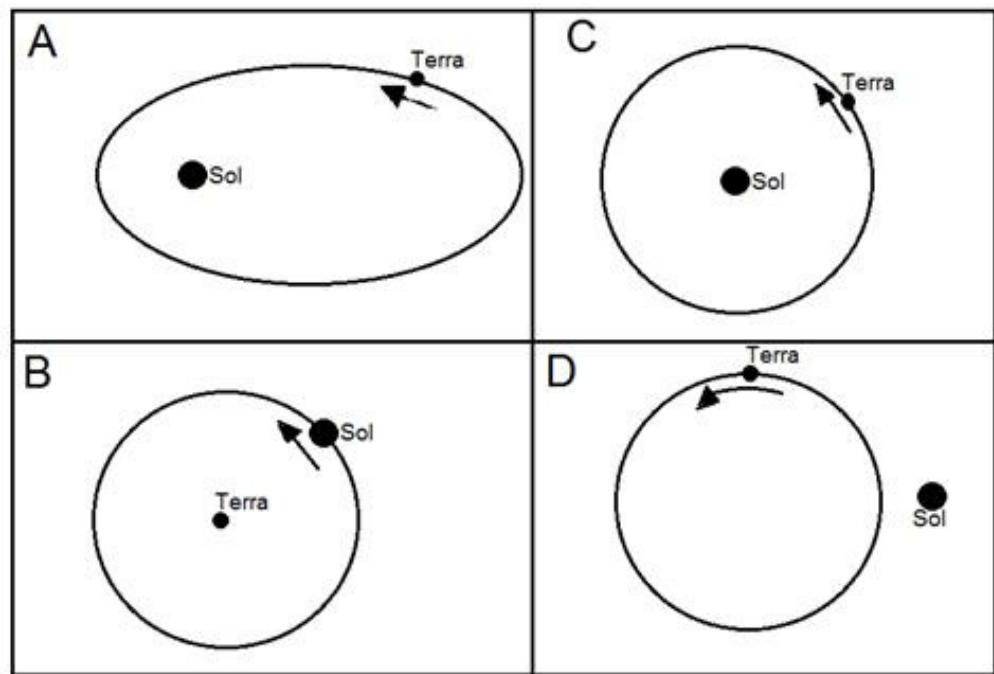
1- A meia bola de isopor (figura abaixo) representa o céu que se forma em relação a você, pois, aparentemente, há uma cúpula (a esfera celeste) envolvendo cada um de nós.

Observe que há um ponto preto no alto da meia esfera: ele representa o ponto do céu que está acima de você – acima de sua cabeça, e o “S” representa o ponto cardeal Sul. Deste modo, responda:



- a- Localize e escreva na bola de isopor os demais pontos cardiais:
- b- Desenhe o trajeto aparente do Sol nesta esfera em um dia de verão (X) e de inverno (Y):
- c- Escreva na meia esfera a região onde aparentemente o Sol nasce e onde ele se põe:

2- Qual das ilustrações abaixo melhor representa o movimento da Terra e do Sol ao longo de um ano (**Faça um X sobre o escolhido**).



3- **Considerando os movimentos do Sol e da Terra**, explique como você acredita que ocorrem as estações do ano (primavera, verão, outono e inverno)? **Utilize desenho(s) e informações em sua explicação.**

Quadro 1 - Questionário avaliativo

### 3. Desenvolvimento

#### 3.1 Materiais – gnômon vertical

Considerada como *escola do campo*, por estar localizada na região rural daquele município e por seus alunos possuírem vínculo com a atividade agropecuária, a referida escola possui um pátio amplo e exposto à iluminação solar, o que possibilitou implantação de um gnômon vertical sem grandes dificuldades (figura 1).



Figura 1 - Gnômon vertical.

Deste modo, após análise prévia do terreno, foi escolhida uma área de aproximadamente 40m<sup>2</sup> (dez x quatro metros), a qual necessitou ser aplainada, devido à leve inclinação natural do terreno, necessitando de materiais como enxada, enxada e rastelo. O ideal seria encontrar um terreno plano na escola. Porém, quando isso não é possível, como no caso presente, o trabalho de aplainar pode se transformar até numa atividade somativa com os alunos. Além disso, é sugerido que o espaço escolhido seja de pouco movimento dos alunos, para evitar danos ao experimento (figura 1).

Quanto aos materiais e equipamentos da implantação e realização do projeto em torno do gnômon vertical, os mesmos representam elementos de baixo custo e de fácil acesso no mercado (tabela 1).

MATERIAL	EQUIPAMENTO	QUANTIDADE
Cabo de vassoura	---	1 um
Rolo de barbante	---	1 um
Estacas de madeira de 20cm	---	28 um
Pincel atômico	---	1 um
	Martelo	1 um
	Serra	1 um
	Trena	1 um
	Prumo ou esquadro	1 um

Tabela 1 - Materiais e equipamentos.

A implantação do equipamento ocorreu em meados de março (primeira semana do mês), sendo anterior à primeira aula prática. Na região central do terreno nivelado foi afixado verticalmente um cabo de vassoura, deixando 1 metro do objeto visível a partir do solo (figura 1). Esta altura não é regra, podendo ser utilizada em qualquer aferição, mas quanto maior a vareta maior deve ser a área utilizada. A implantação deste recurso pode ser considerada fácil, como já foi evidenciado no trabalho de Afonso (1996), ao realizar numa escola uma atividade utilizando este mecanismo.

### 3.2 Primeira aula: equinócio de março

Após a montagem do equipamento, o primeiro dia de registros da sombra ocorreu no dia 20 (vinte) de março, uma data de temperaturas amenas e ensolarada.

A primeira etapa ocorreu em sala de aula, na qual foi apresentado o cronograma e objetivo do estudo, além de uma descrição de fatos astronômicos de modo a localizar o problema, abordando: os pontos cardeais; a esfera celeste; a movimentação aparente do Sol e o conceito de rotação. A metodologia utilizada foi a expositiva-dialogada, procurando inserir questionamentos aos alunos durante a aula, tais como: “Em que direção o Sol nasce?”; “O Sol nasce sempre na mesma direção?”; “Aqui (na sua localidade) o Sol passa em seu zênite (ponto da esfera celeste acima da cabeça do observador) ao meio dia solar?”; “Aparentemente, o Sol está girando ao nosso redor, é isso mesmo?”; “Como explicar isso?”.

As respostas para estas e outras questões se apresentaram com diversas concepções alternativas, como: i) o Sol nasce todos os dias ao ponto leste; ii) o Sol passa pelo zênite ao meio dia solar; iii) o Sol sempre se põe à oeste ao entardecer; iv) o verão é quando a Terra está mais próxima do Sol, etc. Tais afirmativas são condizentes com os resultados encontrados em Langhi e Nardi (2005), Pedrochi e Danhoni Neves (2005), que apontaram a presença destas e outras concepções alternativas entre alunos dos diversos níveis de escolarização.

As respostas encontradas nesse primeiro momento ressaltam a importância da busca destas concepções, uma vez que recapitulam, em certo sentido, um trajeto nas ciências e, principalmente, nos conteúdos de Astronomia, pois já nas séries iniciais estes já são abordados (BRASIL, 1998).

As respostas encontradas nesse primeiro momento ressaltam a importância da busca destas concepções, uma vez que recapitulam, em certo sentido, um trajeto nas ciências e, principalmente, nos conteúdos de Astronomia, pois já nas séries iniciais estes já são abordados (BRASIL, 1998).

A data do primeiro estudo prático marcou também, neste ano, a ocorrência do equinócio de outono para o hemisfério Sul, momento do ano em que o Sol encontra-se sobre (ou atravessa) a linha do Equador celeste; ou, dito de outra maneira: momento do ano em que os raios solares, ao *meio dia solar*, incidem perpendicularmente ao solo, nos locais sobre o Equador. É importante salientar que a escolha da data é proposital para analisar o movimento solar em momentos extremos (datas de equinócios: outono e primavera e datas de solstícios: inverno e verão) ao longo de um ano letivo.

As primeiras marcações foram realizadas no início da manhã, próximo às oito horas. No extremo da sombra do gnômon foi posicionada uma estaca contendo

marcações quanto ao horário e a data (Figura 1). Também, às nove horas foi realizada outra demarcação. Só então os alunos, que neste dia tinham aula de ciências na quarta e na quinta aula (nesta escola as aulas no período da manhã iniciam às 7h20min, com aulas de cinquenta minutos e intervalos de quinze minutos entre a segunda e a terceira aula), foram convocados para conhecer o experimento que os acompanhará durante o ano letivo (Figura 2).



**Figura 2 - Aula em torno do gnômon vertical.**

No local do experimento, foi inicialmente marcada a posição da sombra e, na sequência, foram estabelecidas etapas para o posicionamento do gnômon vertical com a ajuda efetiva dos estudantes. Outras instruções ocorreram quanto às marcações já realizadas naquela manhã, sempre com a ajuda dos alunos, ressaltando a alternância da sombra ao longo do dia, denotando assim a movimentação aparente do Sol.

Deste ponto, outros questionamentos puderam ser colocados, tais como: “O que é horizonte?”; “O que é a esfera celeste?”; “Qual a direção dos pontos cardeais?”; “Observem as marcações já realizadas: por que ocorreram tais alterações da direção da sombra do gnômon?”; “Qual a direção do horizonte pode ser apontada hoje para o nascimento do Sol?”; “E à tarde, qual direção a sombra da vareta vai tomar?”; “No horário de meio dia a sombra vai sumir totalmente?”; “Durante os outros dias do ano, a sombra do gnômon vai se manifestar de mesma forma?”.

As respostas que surgiram no decorrer desta primeira atividade apresentaram diversas concepções alternativas, principalmente considerando o movimento aparente do Sol, o qual era apresentado como imutável com o decorrer dos dias e pela posição fixa de nascente e poente do Sol durante o ano. Algumas das respostas inferiram sobre a ausência de sombra ao meio dia solar (o que para o local não acontece em nenhum dia do ano). Como salientam Langhi e Nardi (2005), a concepção de que o Sol nasce sempre no ponto cardinal Leste e se põe sempre no ponto cardinal Oeste é comumente encontrada entre os diversos níveis de ensino e até mesmo entre os próprios professores.

Passados alguns minutos desde o início da atividade junto ao gnômon, observou-se que a sombra do objeto já não coincidia com a marcação do início da aula. Tal evento foi utilizado pelo professor para abordar a vareta verticalmente fincada no



chão como marcador de horas e como ferramenta utilizada pelos povos antigos para a determinação horária e de localização espacial. Como salientam Afonso (1996), Chassot (2003) e Danhoni Neves (2011), o gnômon foi amplamente utilizado pelos povos antigos e reconhecer os caminhos do desenvolvimento do conhecimento é um dos papéis do ensino de ciências (BRASIL, 1998).

No final da atividade, foi salientada a necessidade de futuras observações e registros daquele experimento, bem como do procedimento no restante daquele dia. Neste sentido, a aula foi encerrada com a certeza de novas marcações da sombra na parte da tarde. A impressão que ficou é a de que algo novo havia sido descoberto por intermédio das sombras: a altura e a posição do Sol no céu.

### 3.3 Segunda aula: solstício de junho

No final de junho, mais precisamente no dia 22 (vinte e dois), foi realizado um segundo encontro, para uma nova observação e registro da movimentação da sombra do gnômon em decorrência do movimento diurno aparente do Sol. Esta data não coincidia precisamente com o evento do solstício, pois este ocorreu no dia 20 do mesmo mês. No entanto, nesta data o clima apresentava-se frio e chuvoso impedindo a formação de sombras, o que acabou acarretando num adiamento da atividade para o dia seguinte, sem prejuízos em relação aos objetivos da atividade. É válido ressaltar que atrasos ou adiantamentos desta ordem podem ocorrer, mas não prejudicam gravemente o experimento, uma vez que o objetivo de demonstrar a alternância do movimento aparente solar no decorrer dos dias fica preservado a despeito de tais falhas.

Em outra oportunidade os alunos foram levados novamente ao gnômon e novas marcações foram realizadas, na aula e no decorrer do dia, em horários semelhantes aos do mês de março. Já neste dia foi possível observar que as marcações não incidiam no mesmo ponto, denotando um maior tamanho. Tais aferições permitiram dialogar com os discentes sobre os motivos de tais alterações. Além disso, a prática elucidou, aos poucos, aos alunos, que o Sol naqueles dias encontrava-se em uma posição mais ao norte do observador que nos dias próximos ao equinócio já averiguado.

Já em sala de aula, utilizando como metodologia o rememorar dos passos do projeto até aquela data, foram trabalhados conceitos relacionados às estações do ano.

Nesse momento tocou-se na questão da concepção heliocêntrica, com a abordagem da translação terrestre ao redor do Sol, para explicar as estações.

Dentre as atividades dialogadas na abordagem do tema '*heliocentrismo*', duas figuras foram utilizadas: a primeira mostrava a órbita terrestre com alta excentricidade, na qual a Terra se afastava e aproximava-se do Sol consideravelmente durante o ano; já a segunda mostrava a órbita com uma elipse de pouca excentricidade, mantendo a Terra a distâncias semelhantes do Sol durante o ano. A escolha destas duas figuras se deu por um motivo que passa despercebido no ensino de Astronomia: a visão de um círculo em perspectiva é, invariavelmente, confundida com uma figura elíptica que passa a indexar, muito erroneamente, a primeira lei das órbitas de Kepler (DANHONI NEVES, 2011). Outra razão foi o fato do clássico erro de que "quanto mais *distante* está a Terra do Sol, *mais frio* é nosso planeta, e isso justificaria o *inverno*; ou para o caso contrário: quanto *mais próxima* à Terra do Sol, mas quente seria nosso planeta, o que *explicaria* o verão.

Em uma rápida enquete, oito dos quatorze alunos presentes apontaram para a primeira figura como verdadeira. Quando questionados acerca de tal escolha, os educandos afirmaram que “daquela forma, quando a Terra se aproximava do Sol era verão e ao afastar-se era inverno”. Os demais discentes optaram pela segunda alternativa, no entanto não conseguiram articular uma argumentação mais fundamentada. É válido ressaltar que a concepção alternativa expressa para defender a primeira escolha é observada nos diversos níveis de escolarização (TRUMPER, 2001; LANGHI; NARDI, 2005; PEDROCHI; DANHONI NEVES, 2005; LANGHI, 2011).

### **3.4 Terceira aula: equinócio de setembro**

Um terceiro encontro foi realizado em meados de setembro, no dia 21 (vinte e um), um dia antes do equinócio de setembro, momento em que o Sol atravessa novamente o Equador celeste.

Nesta data foram realizadas as marcações em horários semelhantes aos realizados nos encontros anteriores. Deve-se enfatizar que esta última estratégia permite inferir o tamanho da sombra e logo a posição do Sol na esfera celeste, comparando horários semelhantes e datas diferentes em um mesmo ano. Deste modo, objetiva-se criar um ponto de ressignificação aos alunos, pois como afirmam Pedrochi e Danhoni Neves (2005), é importante que estratégias de ensino possam facilitar a assimilação dos alunos. Ou ainda, como expõe Kawamura e Housoume (2003), o ensino de conceitos necessita transpassar a identidade tradicionalista do apenas quadro e giz e propor estratégias criativas, práticas, em busca de um conhecimento duradouro e não fugaz como temos presenciado no cotidiano escolar.

Em sala de aula, foram discutidos novamente conceitos relacionados à translação e à alternância das estações do ano. Figuras discutidas e expostas no quadro mostravam a possível posição da Terra em relação ao Sol no mês de setembro e comparadas com outras datas, como as já estudadas. A perspectiva heliocêntrica abriu a possibilidade para discussões acerca das diferenças verificadas entre as observações de março (equinócio) e de junho (solstício).

Tais subsídios fundamentavam a explanação em torno da mutabilidade do nascimento e poente do Sol averiguada até o momento no experimento do gnômon vertical, quando foram destacadas e evidenciadas os dados obtidos a partir de uma compreensão ou de uma perspectiva heliocêntrica de sistema planetário.

### **3.5 Quarta aula: solstício de dezembro**

O último encontro em torno da atividade do gnômon vertical ocorreu em 7 (sete) de dezembro. Foi a data mais distante do evento na qual buscávamos uma finalização do ciclo anual, ainda que faltassem cerca de duas semanas para a ocorrência do solstício de verão. No entanto, o objetivo principal de mostrar a alternância da sombra da vareta e, logo do movimento aparente do Sol na esfera celeste, foi alcançado, pois nesta data evidenciou-se que a projeção da sombra do instrumento apresentava os menores tamanhos já registrados.

Com base nas observações realizadas nas datas dos quatro eventos avaliados e no horizonte daquele local, foi possível demonstrar a posição aproximada do nascimento e poente do Sol, a partir da comparação de todos os registros realizados em toda a atividade prática. Deste modo, foi possível inferir que para aquela localidade (localizada a cerca de 170 km ao sul da linha de Capricórnio) o Sol nasceu em março e setembro em regiões conjugadas com a posição leste do gnômon vertical. Já em junho, tais eventos ocorreram em uma posição ao norte do ponto leste. E em dezembro aconteceu mais ao sul do ponto leste.

Encerrando o projeto, em sala de aula foi realizado um apanhado geral do projeto reunindo as projeções das sombras durante o ano e contextualizando-as com a posição da Terra em relação ao Sol para cada posição estudada. Neste sentido, muitos conceitos foram revistos, tais como: rotação; esfera celeste; movimento diurno aparente do Sol; translação e alternância das estações do ano. Tais explicações buscavam relacionar os conceitos avaliados com o cotidiano dos alunos, exposto e averiguado com a ajuda do gnômon vertical. O momento final de toda esta prática consistiu de uma avaliação acerca da compreensão dos estudantes sobre os conceitos elaborados, estudados e trabalhados no transcurso do referido projeto.

#### **4. Resultados e discussão**

##### **4.1 A representação dos pontos cardeais, nascente e a movimentação aparente do Sol ao longo do ano.**



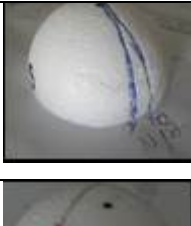


Reconhecer os pontos cardeais é costumeiramente embaraçoso para alunos dos diversos níveis de ensino. Muitas das vezes, em sala de aula o recurso para o trabalho de tal conceito não se distancia das figuras de livros didáticos, principalmente daquela em que um observador encontra-se com os braços abertos olhando para a direção norte. No entanto, como salientam Langhi e Nardi (2007), nos livros didáticos ocorrem ainda inúmeros erros conceituais relacionados ao conteúdo da orientação espacial. Esta situação pode justificar, em parte, os erros conceituais de localização dos pontos cardeais entre os estudantes, pois para muitos, ao localizar os pontos cardeais basta apenas esticar o braço direito na direção onde nasceu o Sol naquele dia, desconsiderando assim os movimentos de translação e inclinação do eixo terrestre (LANGHI, 2011).

Deste modo, a utilização do recurso gnômon vertical para a contextualização de uma definição mais rigorosa dos pontos cardeais é válida. Primeiramente esta afirmativa é defendida com base no paradigma construtivista, por se tratar de uma atividade que pode desafiar o aluno a formular outras e novas possibilidades, colocando-o em uma situação conflitante entre suas expectativas iniciais e as evidências do experimento. Isto pôde ser depreendido pelos resultados da presente pesquisa, especialmente nas falas dos alunos: *'professor, as sombras realmente mudaram de tamanho nas quatro estações'*; *'olha, o meio-dia tem sombra!'*; *'ué?! Não nascia [o Sol] sempre a leste???'*, etc.

Os dados levantados com a primeira questão demonstraram que onze dos quatorze alunos presentes identificaram os pontos cardeais adequadamente na meia

esfera de isopor colada na avaliação. Os demais identificaram o ponto cardeal norte adequadamente e inverteram os pontos leste e oeste. Esta resposta pode ser compreendida pelo fato recorrente de se ‘esticar o braço’ para a direção do nascimento do Sol e se entender aquela como sendo a direção leste em todos os dias do ano. Tal prática é reforçada pelo sistema de ensino, compreendendo a prática ‘pedagógica’ e os textos de livros didáticos, que sempre indicam a orientação dos pontos cardiais, com a cabeça voltada para o norte (GALLERANI; DANHONI NEVES, 1988). Quando se faz a inversão desta distorção pedagógica, os alunos acabam confundindo-se. Neste sentido faz-se necessário considerar os itens “B e C” da questão, onde foram solicitadas dos alunos, respectivamente, a descrição do movimento aparente do Sol, considerando um dia de verão e um de inverno, e a região de nascimento e ocaso.

Correlacionando os dois primeiros itens da primeira questão, é possível apontar que os alunos em sua maioria compreenderam que o Sol nasce e se põe em diferentes posições do horizonte ao longo do ano. Oito alunos anotaram que o Sol realizava um movimento aparente diferente nos períodos de dezembro e junho (Tabela 2).

	<b>Conceito</b>	<b>Número de respostas</b>
	Pontos cardiais corretos e o Sol nascendo em diferentes posições do horizonte. Os alunos representam Y (trajeto aparente do Sol no inverno) mais afastado do zênite e X (trajeto aparente do Sol no verão) mais próximo desta referência.	8 alunos
	Representação correta dos pontos cardiais e o movimento aparente do Sol nascendo a leste, passando pelo zênite e pondo-se a oeste.	3 alunos
	Pontos cardiais incorretos e o movimento aparente Sol sendo representado nascendo em diferentes posições da esfera celeste.	1 aluno
	Pontos cardiais incorretos e o movimento aparente do Sol nascendo a leste, passando pelo zênite e pondo-se a oeste.	1 aluno
	Não soube responder	1 aluno

**Tabela 2 - Representação dos pontos cardiais e do movimento aparente do Sol na esfera celeste.**

Três alunos relataram o movimento solar na esfera celeste de forma igual para as diferentes épocas do ano. Tais configurações assemelham-se às concepções alternativas levantadas em Langhi (2011) sobre algumas das concepções que se relacionam com as identificadas na presente análise. Outras duas concepções foram identificadas com um registro cada: movimentação do Sol diferente em relação às épocas do ano, mas com a localização errônea dos pontos cardeais, e a movimentação sempre fixa do Sol, também com os pontos cardeais invertidos. Um aluno não soube responder a questão (Tabela 2).

Em nenhuma das avaliações foi identificada a concepção de que o Sol nasce a nordeste e se põe a sudoeste, o que poderia resultar da aplicação do método de localizar o leste apontando para a direção do nascente daquele dia, e o oeste no extremo oposto. Ou seja, caso o observador utilize apenas este método, ao observar em junho, por exemplo, o nascer da estrela de nosso sistema solar, que ocorre aproximadamente na direção nordeste, ao esticar o braço direito para esta direção e o esquerdo na direção oposta, estará a apontar este último para a direção sudoeste. Não termos identificado concepções nessa linha pode estar atrelado ao fato de que os alunos não utilizaram tal método e, sim, procuraram traduzir na avaliação as observações cotidianas e os fatos averiguados pelo experimento com o gnômon vertical.

Outra informação contida nas avaliações que remete à compreensão alcançada pelos alunos é o fato de 7 (sete) participantes terem demonstrado o movimento aparente do Sol em dezembro passando, ao meio dia solar, próximo de seu zênite. Já para junho, a representação do Sol, ao meio dia solar, acontece mais afastada do ápice da esfera celeste e na direção do ponto cardinal norte, sendo esta representação correta, considerando-se a latitude onde estão localizados (ao sul do trópico de Capricórnio).

Considerando ainda as representações do movimento aparente do Sol, a representação do movimento solar passando ao meio dia, exatamente sobre a cabeça do indivíduo, é uma concepção recorrente em diversos grupos de alunos (GALLERANI; DANHONI NEVES, 1988; LANGHI; NARDI, 2005; LANGHI, 2011).

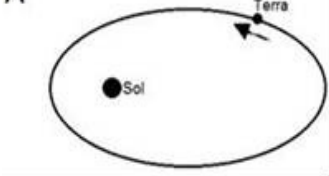
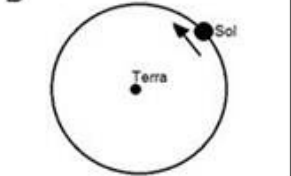
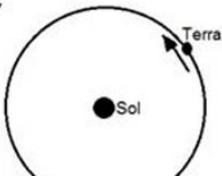
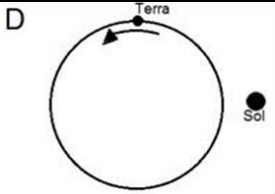
#### **4.2 As estações do ano**

As duas últimas questões da avaliação (Quadro 1) procuraram abordar os conhecimentos dos alunos quanto à alternância das estações do ano. Uma das concepções relacionadas à Astronomia e presente na educação básica é a máxima de que a Terra nos meses de verão encontra-se próxima ao Sol e nos meses de inverno encontra-se afastada dele. Há também aqueles alunos que abordam a relação Terra e Sol com base no sistema geocêntrico (LANGHI; NARDI, 2005; LANGHI, 2011). Tais registros são, provavelmente, ocasionados pela difícil tarefa de visualizar/vivenciar (no sentido de aperceber-se de um fato que não é *imane*) tais fenômenos, quando seus sentidos estão acostumados com respostas geocêntricas.

Durante as aulas, foi observado que o problema de imaginar ou pressupor a órbita terrestre elíptica com alta excentricidade é recorrente para aquele grupo. No entanto, o experimento e as explanações dialogadas em sala de aula procuraram criar oportunidades de cognição e aprendizado de novos conceitos.

Em se tratando da questão 02, nove alunos escolheram a alternativa que melhor representa o conhecimento científico vigente, a alternativa “C”. No entanto, as alternativas “A” e “D”, representantes da concepção alternativa que defende que a Terra se aproxima e se afasta consideravelmente do Sol durante o ano, foram defendidas três e duas vezes respectivamente (Tabela 3).

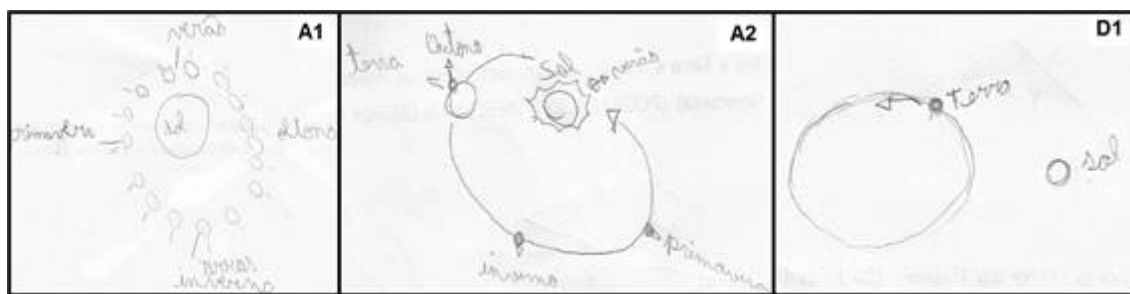
Para facilitar as exposições de nossos resultados no decorrer do texto, os alunos serão citados, a partir desse momento, separados em três grupos, conforme a resposta que deram na questão 2. Ou seja, o grupo A, o C e o D (já que o B não foi afirmado), sendo que o primeiro com três integrantes, o segundo com nove e o terceiro com dois, de acordo com as respostas da segunda questão do Quadro 1, apresentadas na Tabela 3. Os alunos que escolheram um mesmo item para a questão serão também diferenciados por um número. Assim, por exemplo, A1 e A2 refere-se a alunos distintos que escolheram o item A como resposta à Questão 2.

Representação	Número de respostas
<p>A</p> 	3
<p>B</p> 	0
<p>C</p> 	9
<p>D</p> 	2

**Tabela 3 - Respostas dos alunos em relação ao movimento da Terra e do Sol ao longo de um ano.**

Levando em consideração a questão 3 da avaliação (Quadro 1), os cinco alunos que, na questão 2, escolheram as figuras “A e D” (Tabela 3), argumentaram que as estações do ano ocorrem devido à aproximação e ao afastamento da Terra ao Sol. Dois dos alunos deram suas respostas na forma escrita: D2 - “Inverno: porque o Sol fica

longe da Terra”; A3 - “Cada estação do ano depende a distância que a *Terra* se encontra do *Sol*. Inverno: porque está mais distante do sol, e, por consequência, cada vez mais frio. Verão: porque está mais próximo do Sol, *ou seja*, mais calor.”. Já os alunos A1, A2 e D1 expuseram as respostas à questão 3 por meio de desenhos. Nestes desenhos há evidências de que os educandos correlacionaram as estações do ano com o afastamento e proximidade da Terra em relação ao Sol (Figura 3). Esta concepção também é identificada nos livros didáticos (GALLERANI; DANHONI NEVES, 1988; LANGHI; NARDI, 2007) e tais recursos podem ainda ser o único material de apoio dos professores, que muitas vezes graduam-se sem formação em Astronomia (BARROS, 1997). Digno de nota, D1 elaborou uma órbita da Terra “dissociada” do Sol, como se pode ver pela figura 3.



**Figura 3 - Representações dos alunos em relação ao movimento da Terra e do Sol.**

Para aqueles que, na questão 2, escolheram como resposta uma órbita terrestre elíptica com baixa excentricidade, as explanações apresentadas na última questão foram divergentes.

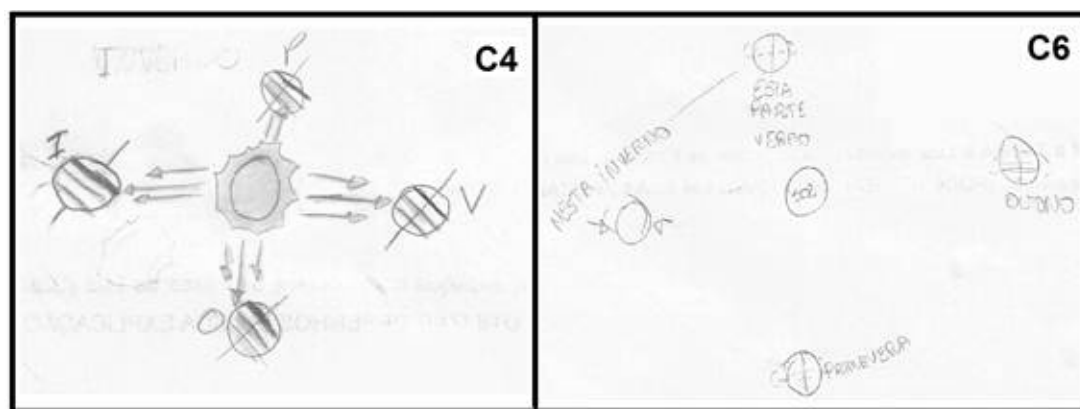
Neste sentido: C1 - não soube responder, e C2 e C3 argumentaram respostas congruentes com as já expostas pelos grupos A e D, tais como: “A *Terra* se encontra mais distante do *sol* do inverno e mais próximo no verão” e “Quando a *terra* não tá muito distante do Sol PRIMAVERA” (respectivamente). Desse modo, é possível que nestes últimos casos os educandos não tivessem certeza de suas respostas à questão e, muito provavelmente, arriscaram uma resposta sem um direcionamento claro, na questão de múltipla escolha.

Já os demais alunos do grupo C (seis ao todo) organizaram respostas com base em um ou mais conceitos científicos, tais como: órbita terrestre com baixa excentricidade; eixo de rotação terrestre inclinado constantemente; a incidência frontal dos raios solares na região intertropical, ao meio dia solar, e as estações do ano ocorrendo distintamente para cada hemisfério.

Focalizando estritamente as ideias sobre a *órbita terrestre* e sua *excentricidade*, os seis alunos (C4, C5, C6, C7, C8 e C9) representaram a órbita da Terra mantendo uma distância semelhante entre Terra e Sol, ao longo do ano, no período de translação. Destaque para a fala de C5: “A *Terra* não vem mais próxima ou mais longe do Sol, mas sim o eixo dela inclinado”.

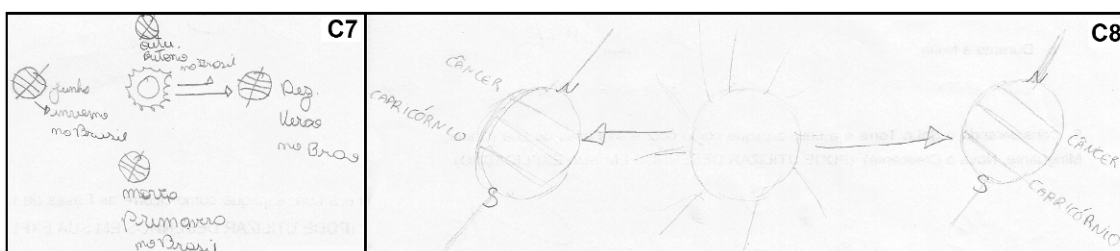
Deve-se mencionar, ao mesmo tempo, que a visualização de uma órbita não excêntrica não garantia a compreensão da causa das estações, por parte dos alunos. Na

figura 4, são observados os desenhos dos alunos C4 e C6 representando a Terra em diferentes pontos de sua órbita e com distâncias semelhantes em relação ao Sol. Em C4 não notamos uma percepção muito clara de que as estações difiram entre os hemisférios, nem fica muito evidente se, por exemplo, a identificação do verão que o aluno fez na representação da Terra estaria associada ao hemisfério Sul, apesar da inclinação do eixo. O aluno C6, por sua vez, apresenta uma esquematização ainda confusa e não clarificadora acerca da causa ou da sequência das estações.



**Figura 4 - Representações do movimento de translação terrestre ocorrendo ao redor do Sol - órbita com baixa excentricidade.**

Outro conceito abordado para justificar a alternância das estações do ano refere-se a *inclinação do eixo de rotação terrestre*. As respostas que incluíam esse elemento foram definidas por cinco alunos (C4, C5, C7, C8 e C9). Na figura 5 são observadas algumas destas representações e na figura 4, o aluno C4 expõe a Terra com o eixo de rotação inclinado e em uma órbita com baixa excentricidade. É válido ressaltar que a construção de tal conceito é de difícil assimilação, como expõe Canalle (1999), quando salienta que muitos alunos compreendem a inclinação do eixo terrestre como inconstante, realizando um giro de precessão anualmente.



**Figura 5 - Representação da inclinação constante do eixo de rotação terrestre.**

Os alunos C4 (Figura 4), C7, C8 (Figura 5) e C9 (Figura 6) representaram também a *incidência dos raios solares na região intertropical*.



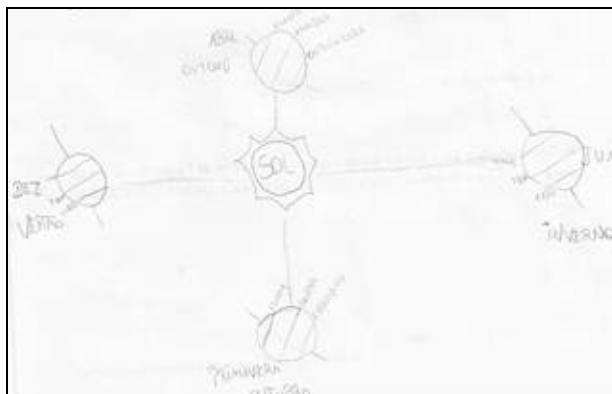


Figura 6 - Representação da Terra em diferentes pontos de sua órbita pelo aluno C9.

É possível argumentar que os últimos relatos do grupo “C” incorrem em avanços ao conhecimento científico. Também em diferentes pontos deste projeto foi possível observar (pelos dados analisados) a construção de conhecimentos, quanto: ao nascimento do Sol em diferentes pontos do horizonte, movimento solar não passando a pico em nenhum dia do ano para aquela região, ou ainda quanto a localização espacial.

No entanto, ao avaliar todo o projeto, é possível perceber várias concepções alternativas perpetuadas entre os alunos, uma vez que a perspectiva geocêntrica acaba, ela própria, implicando problemas de iluminação da Terra pelo Sol, não consolidadas pelos esquemas conceituais dos alunos. Os PCNs apontam para as dificuldades (no 3º e 4º ciclos) da representação heliocêntrica das estações (BRASIL, 1998). Dada esta situação, é aceitável recorrer aos dizeres de Bachelard (1996), que salienta que as concepções (ou obstáculos epistemológicos) necessitam de estratégias adequadas e sua superação não ocorre de uma hora para outra. Deste modo, os resultados dos projetos até aqui apresentados indicam fortemente que as observações realizadas podem contribuir para que os alunos deem alguns passos nesta caminhada na construção do conhecimento científico, mas que outras mediações são necessárias.

## 5. Conclusão

A atividade do gnômon vertical mostrou-se econômica e de fácil montagem. O cronograma das atividades necessitou de alterações, por conta do clima. No entanto, os principais objetivos da atividade foram alcançados. Foi possível demonstrar de maneira prática, e não como um exercício do intelecto apenas, que a sombra da vareta altera-se em diferentes datas e em diferentes horários, mais ainda, que em nenhuma data do ano (para a latitude onde o experimento foi realizado) o Sol fica a pino com relação ao gnômon vertical.

De acordo com a avaliação é possível definir, quanto ao grupo de alunos, que a atividade favoreceu a percepção de que o Sol realiza um movimento aparente diferente a cada dia, ou ainda, que não acontece sempre da mesma forma. É bom lembrar que a concepção alternativa do Sol nascer sempre na direção leste, passar pelo zênite ao meio dia solar e se por sempre ao ponto oeste é frequente em diversos grupos de alunos (LANGHI; NARDI, 2005; LANGHI, 2011).

Parte do grupo conseguiu, após as atividades desenvolvidas pelo projeto, argumentar com vários conceitos científicos sobre a alternância das estações do ano.

Alguns alunos relataram em suas avaliações a relação de conceitos como a inclinação do eixo terrestre e a incidência dos raios solares atingindo frontalmente áreas diferentes do globo terrestre, ao meio dia solar, em cada período do ano.

No entanto, algumas concepções alternativas foram evidenciadas durante a avaliação, tais como: acreditar que o Sol desenvolve o mesmo movimento aparente a cada dia, ou ainda, que as estações do ano são causadas pela aproximação e afastamento da Terra ao Sol.

Deste modo, é possível inferir que a atividade prática produziu resultados favoráveis à construção do conhecimento, mas que necessita de outras inserções. A superação das concepções alternativas mencionadas anteriormente, e que ficam arraigadas em cada alunos devido a um ensino falho que não promove obstáculos ou mudanças conceituais (GALLERANI; DANHONI NEVES, 1988) necessita de estratégias múltiplas. É necessário que os alunos se confrontem com dados práticos e reconstruam seus modelos para que contrastem com aqueles em que acreditam (forma eficiente para gerar conflitos conceituais). Supor que modelos sejam construídos/reconstruídos com atividades meramente teóricas baseadas comumente em livros didáticos de duvidosa qualidade pode ser um erro grave, como cotidianamente temos constatado (GALLERANI; DANHONI NEVES, 1988; AFONSO, 1996; BARROS, 1997; CORDANI, 2009). O presente trabalho constituiu-se, pois, numa pequena contribuição para um tema permanentemente aberto à indagação e ao desafio dos complexos mecanismos do processo de ensino-aprendizagem. Assim, há a necessidade de novos estudos apontando estratégias de ensino que contribuam para a edificação de conceitos, obstáculos epistemológicos e que promovam mudanças conceituais efetivas nas concepções dos alunos.

## Referências

AFONSO, G. B. Experiências simples com o gnômon. **Revista brasileira de ensino de física**, v.18, n.3, p.149-154, 1996.

BACHELARD, G. **La formation de l'esprit scientifique**. Paris: J. Vrin, 1947.  
Tradução por Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Portugal: Edições 70, 225 p. 2000.

BARROS, S. G. La Astronomía en textos escolares de educación primaria. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, v.15, n.2, p.225-232, 1997.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências Naturais/Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CANALLE, J. B. G. Explicando Astronomia básica com uma bola de isopor. **Caderno Catarinense de ensino de Física**, Florianópolis, v.16, n.3, p.314-331, 1999.

CANIATO, R. O Céu. São Paulo: Ática, 1990.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n.22, p.89-100, 2003.

CORDANI, L. (Org.) **Cadernos da SBPC. 35.** Ensino da Astronomia. “Ação conjunta de observação do Equinócio de março”. São Paulo – SP: SBPC, 2009. Disponível em: <[http://www.sbpcnet.org.br/site/arquivos/arquivo\\_256.pdf](http://www.sbpcnet.org.br/site/arquivos/arquivo_256.pdf)>. Acessado em: 20 de Nov. 2013.

DANHONI NEVES, M. C. **Astronomia e cosmologia: fatos, conjecturas e refutações.** Maringá: EDUEM, 2011.

GALLERANI, L. G.; DANHONI NEVES, M. C. **Reflexões sobre o ensino de ciências: uma reflexão no ensino de 1º grau.** Campinas: Palavra Muda, 1988.

KAWAMURA, M. R. D.; HOSOUME, Y. A contribuição da Física para um novo Ensino Médio. **Física na Escola**, v.4, n.2, p.22-27, 2003.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia.** São Paulo: EDUSP, 2005.

LANGHI, R. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno brasileiro do ensino de física**, Florianópolis, v.28, n.2, p.373-399, 2011.

LANGHI, R.; NARDI, R. Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental em relação ao ensino da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos (SP), n.2, p.75-92, 2005.

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, 2007.

MILONE, A. C. A astronomia no dia-a-dia. In: MILONE, A. C. et al. Introdução à astronomia e astrofísica. **Anais do XII curso de introdução a astronomia e astrofísica.** São José dos Campos, São Paulo, 2009.

OBA. **Atividades Práticas da XII OBA.** 2009. Disponível em: <<http://www.oba.org.br/site/index.php?p=conteudo&idcat=11&pag=conteudo&m=s>> Acessado em: 13 Abri. 2012.

PARANÁ. SECRETARIA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Ciências.** Curitiba: SEED, 2008.

PEDROCHI, F.; DANHONI NEVES, M. C. Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n.2, 2005.

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

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

SOARES, L. M. O relógio de sol horizontal como instrumento para o ensino de ciências. **Revista Interlocução**, v.4, n.4, 2011.

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, 2001.

WHITROW G. J. O Tempo na História. São Paulo: Jorge Zahar, 1993.