

O problema da dinâmica das esferas de isopor na explicação das estações do ano

The problem of the dynamics of polystyrene spheres in the explanation of the seasons

Denis E. Peixoto

PECIM – Programa de Pós Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática da Unicamp
denis.peixoto@outlook.com

Maurício U. Kleinke

Instituto de Física “Gleb Wataghin” Unicamp
kleinke@ifi.unicamp.br

Resumo

O presente trabalho relata uma pesquisa apresentada numa dissertação de mestrado sobre Ensino de Astronomia, mais especificamente sobre o fenômeno das estações do ano. A compreensão dos estudantes de cursos de Pedagogia sobre o fenômeno foi avaliada utilizando a análise de seus desenhos. Foram realizadas oficinas onde buscamos demonstrar a importância da inserção do conceito de insolação para explicar o fenômeno das estações do ano. O fenômeno das estações do ano comumente é explicado tendo como base o livro didático ou através de dinâmicas com esferas de isopor. Porém essas metodologias, aliadas ao pouco contato com Astronomia na formação dos estudantes, não são suficientes para acrescentar uma mudança conceitual significativa referente à ocorrência do fenômeno, apresentando ainda concepções prévias ou concepções erradas. Enfatizar o papel da insolação permite corrigir essa falha nos conhecimentos de Astronomia.

Palavras chave: ensino de astronomia, formação de professores, ensino de ciências

Abstract

This paper reports a research presented a dissertation on Teaching Astronomy, specifically about the phenomenon of the seasons. The phenomenon understanding by pedagogy course students' was evaluated using their drawings analysis'. Workshops were held where we demonstrate the importance of integrating the concept of insolation to explain the phenomenon of the seasons. The phenomenon of the seasons is commonly explained based on the textbook or through dynamic with polystyrene spheres. However these methods, combined with the little contact with Astronomy in students' education, are not enough to add a significant conceptual change regarding the occurrence of the phenomenon, yet having previous conceptions or misconceptions. Emphasize the role of heatstroke can correct this deficiency in Astronomy knowledge'.

Key words: astronomy education, teacher training, science education, seasons

Introdução

A Astronomia, talvez a mais antigas das ciências, desperta a curiosidade tanto de alunos como de professores que desejam ter o contato com a temática em suas aulas, talvez por nos levar distantes em nossa imaginação ou mesmo pela vivência com as mais recentes descobertas narradas nos mais diversos meios de comunicação num misto de ficção e realidade.

Tamanho é a importância dessa ciência que ainda hoje é levada para as salas de aulas em escolas de todo o planeta. Caniato (1973) nos diz que a Astronomia oferece ao educando, como nenhum outro ramo da ciência, a oportunidade de uma visão global do desenvolvimento do conhecimento humano em relação ao Universo que o cerca e ainda a oportunidade de observar o surgimento de um modelo sobre o funcionamento do Universo, bem como a crise do modelo e sua substituição por outro.

Devido ao seu elevado caráter interdisciplinar e à possibilidade de diversas interfaces com outras disciplinas (Física, Química, Biologia, História, Geografia, Educação Artística,...), os conteúdos de Astronomia podem proporcionar aos alunos uma visão menos fragmentada do conhecimento, pensando mais adiante, esta disciplina ainda poderia atuar como integradora de conhecimentos, (DIAS & RITA 2008).

Porém, quando nos deparamos com pesquisas realizadas sobre o Ensino de Astronomia, percebemos que muitos dos professores que deveriam trabalhar esse conteúdo em sala de aula não o fazem devido à falta de segurança que parecem ter sobre o assunto ou quando o fazem, preferem se apoiar única e exclusivamente nos livros didáticos os quais sabemos ainda nos apresentam diversos erros conceituais como podemos ver em estudos realizados por Trevisan *et al* (1997), Boczeko (1998) e Langhi e Nardi (2007).

E ainda, ao analisar pesquisas recentes na área de Ensino de Astronomia notamos que fatores diversos - como (a) formação docente deficiente na temática; (b) erros conceituais em livros didáticos; e (c) falta de material de apoio para os docentes - fragilizam a implementação dos conteúdos de Astronomia na Educação Básica (PEIXOTO; RAMOS, 2012, LANGHI, 2010).

Revisando a literatura sobre como temas de Astronomia, relacionados ao sistema Sol-Terra-Lua, são conduzidos para sala de aula percebemos que uma das técnicas muito aplicadas para o estudo dos fenômenos das estações do ano, das fases da Lua, dos eclipses e do ciclo dia-noite é a simulação da Terra e da Lua (principalmente) com esferas de isopor e o Sol sendo representado por uma lanterna. Estudos realizados por Bisch (1998), Canalle (1999), Leite (2006), Puzzo (2005), Scarinci & Pacca (2006), Pinto (2007), dentre outros, não apenas sugerem como também utilizam esse tipo de dinâmica com alunos para o auxílio na explicação dos fenômenos astronômicos descritos acima.

Porém, observamos em contato com estudantes em variadas oficinas, principalmente no que diz respeito às estações do ano, que mesmo após trabalhar as concepções nas imagens dos livros didáticos e realizar da dinâmica e da visualização do fenômeno em três dimensões com o auxílio das esferas de isopor os alunos ainda parecem apresentar uma compreensão fragmentada e incorreta do assunto.

A falta de melhores esclarecimentos sobre o fenômeno das estações do ano e da definição para o ângulo relativo à inclinação do eixo terrestre cria situações equivocadas em que as explicações transformam-se em erros que levam, por exemplo, a se imaginar que a Terra balança no espaço, para que os hemisférios geográficos sejam desigualmente iluminados pela luz solar ao longo do ano (SOBREIRA, 2002). Devido às diversas concepções equivocadas descritas acima, acreditamos que para o estudo particular desse fenômeno, se faz necessário o entendimento do conceito de insolação.

Insolação é definida como o fluxo de radiação solar por unidade de área horizontal para um a dada localidade. Ela depende principalmente do ângulo zenital solar e, de certa forma, da distância variável da Terra ao Sol. (LIOU, 2002)

Dessa forma, esperamos por meio desse trabalho demonstrar a importância de incluir explicitamente a explicação conceitual da insolação associada ao fenômeno das estações do ano.

Ao final procuramos oferecer maiores subsídios para que os futuros professores trabalhem melhor e de maneira mais adequada a abstração de seus alunos oferecendo uma ideia não topocêntrica e não fragmentada do fenômeno.

1 - Metodologia

Nossa metodologia consistiu na aplicação de oficinas didáticas de Astronomia com duração de dois dias para um total de 36 alunos de cursos de Pedagogia de três universidades públicas do estado de São Paulo.

Para nossa coleta de dados optamos pela aplicação prévia de um questionário sobre Astronomia, adaptado da versão original elaborada em 2002 e disponibilizada pela American Astronomical Society e pela filmagem da realização da dinâmica das esferas de isopor realizadas pelos alunos para posterior transcrição e análise.

1.1 - Adaptação do questionário

O questionário em questão foi aplicado previamente a alunos de cursos de graduação em diversos países como EUA e Austrália e, portanto, já validado por outros pesquisadores e intitulado Astronomy Diagnostic Test 2.0 (ADT 2.0) (DEMING, 2002).

Optamos por fazer algumas poucas alterações nas questões, retirando algumas que achamos um pouco fora do tema Astronomia e mais ligadas a temas de Física Moderna. Inserimos duas questões que envolviam a confecção de desenhos sobre o ciclo dia-noite e a ocorrência das estações do ano mais uma questão discursiva também sobre a ocorrência das estações, a fim de termos mais uma ferramenta para nossa coleta de dados, principalmente no que diz respeito às concepções prévias dos alunos à cerca do Sistema Sol-Terra-Lua.

Dessa forma ficamos com duas questões interpretativas, relativas à confecção de desenhos; uma questão discursiva; quinze questões de múltipla escolha e sete questões socioeconômicas, totalizando 25 questões para análise. Porém, no presente trabalho optamos por relatar apenas o conteúdo contido nas três primeiras questões do questionário que são específicas sobre o Sistema que nos propomos a avaliar e já descritas acima.

1.2 – Aplicação do minicurso

Durante o minicurso optamos por trabalhar com os seguintes temas: *a)* estrutura e componentes do Sistema Solar *b)* ciclo dia-noite e os movimentos da Terra *c)* estações no Ano, fases da Lua e eclipses *d)* evolução Estelar e observação do céu *e)* história da Astronomia e evolução do pensamento científico.

No primeiro dia trabalhamos os temas estrutura e componentes do Sistema Solar; ciclo dia-noite e os movimentos da Terra e por fim realizamos uma sessão de observação noturna do céu com telescópios. Atentamo-nos aos diversos erros de livros didáticos já discutidos por Trevisan (1997), Canalle (1997) e Boczko (1998), uma vez que ele (o livro didático) proporciona poucos subsídios ao professor na estruturação espacial dos astros pertencentes ao Sistema Solar, já que, normalmente, estão presentes imagens de cada um dos astros e, na

maioria dos casos, há uma imagem representativa do Sistema Solar no plano, portanto bidimensional (Leite; Hosoume, 2005).

Atenção especial foi dada ao segundo dia de oficina, momento em que trabalhamos o sistema Sol-Terra-Lua onde evidenciamos os fenômenos das fases da Lua, das estações do ano e dos eclipses sendo esses os mais sentidos e observados por nós em nosso cotidiano, pois segundo Tagnanelli (1998) os temas de Astronomia que deveriam estar presentes na escola de Ensino Fundamental são aqueles relacionados com os fenômenos cotidianos observáveis e alguns outros que dão conta do tipo de universo que habitamos e das leis que o regem.

Tendo em vista ainda a afirmação dos PCN de que

Espera-se que as abordagens propostas para o terceiro ciclo possibilitem aos estudantes chegarem ao quarto ciclo concebendo o Universo sem fronteiras, onde está o sistema Terra-Sol-Lua. (BRASIL, 1998)

Sugerimos aos alunos que se dividissem em grupos e, utilizando os materiais dispostos por nós (bolas de isopor, espetos de churrasco e lanternas) realizassem a dinâmica das esferas para nos explicar a ocorrência dos fenômenos comentados acima.

Num último momento, entregamos uma cópia do questionário para os alunos, o mesmo que eles já haviam respondido, para que pudessem fazer alguma correção caso achassem necessário, tanto nas questões de múltipla escolha quanto em seus desenhos. Após trinta minutos recolhemos o questionário corrigido por eles também para análise e demos por encerrada nossas oficinas.

2 - Resultados

Nossos resultados serão focados em uma análise de duas questões específicas do questionário sobre a ocorrência das estações do ano e um segundo momento onde apresentamos relatos sobre a dinâmica das esferas de isopor realizadas pelos alunos que obtivemos através das filmagens.

Para nossa análise referente aos desenhos feitos pelos alunos, primeiramente optamos por fazer uma separação entre os desenhos que pareciam se aproximar das concepções de modelos geocêntrico e heliocêntrico.

2.1 – Análise dos desenhos

O modelo aqui chamado de geocêntrico foi onde observamos a Terra fixa e um nítido deslocamento do Sol na explicação da ocorrência do verão e do inverno, já o modelo heliocêntrico foi assim chamado por demonstrar que a Terra possui uma órbita ao redor do Sol, porém não necessariamente que o Sol estava estático no centro do Universo.

Dessa forma elaboramos uma grande categoria de análise formada por duas opções de desenhos “Geocêntrico” e “Heliocêntrico”.

Para sermos mais específicos em nossa análise criamos, dentro dessa grande categoria de análise, outras quatro subcategorias que chamamos de:

- 1) Revolução e distância Sol-Terra;
- 2) Rotação da Terra (verão-inverno / dia-noite);
- 3) Concepção de livros didáticos;
- 4) Incidência de raios solares.

Essas subcategorias foram assim chamadas devido à demasiada ocorrência de desenhos criados sob essas perspectivas e, dessa forma, os desenhos passam a ser classificados como geocêntrico ou heliocêntrico nas subcategorias apresentadas acima. Exemplos dessa classificação aplicada aos desenhos podem ser vistos nas Figuras 1 e 2.

Com a inserção das quatro subcategorias listadas acima, esperamos obter uma boa classificação das concepções prévias dos alunos com relação ao fenômeno das estações e a classificação completa pode ser vista na tabela 1.

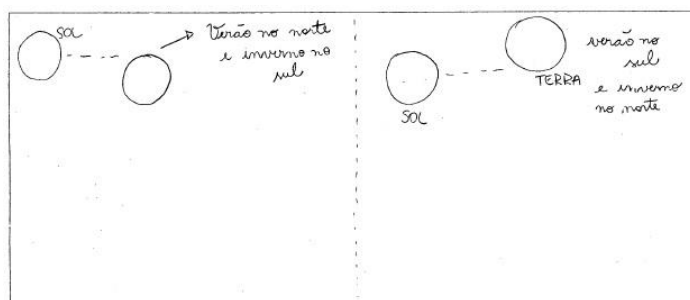


Figura 1: Exemplo de desenho Geocêntrico pertencente à subcategoria Revolução e distância Sol-Terra

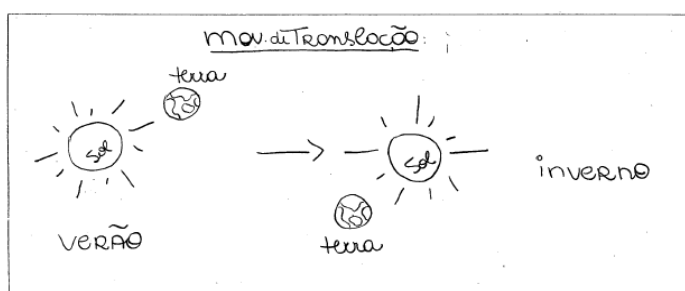


Figura 2: Exemplo de desenho Heliocêntrico pertencente à subcategoria Revolução e distância Sol-Terra

Através da análise da tabela 1 notamos claramente uma concepção dominante nos desenhos. Essa concepção é formada pela categoria de análise “Geocêntrico” e pela subcategoria “Revolução e distância Sol-Terra”. Aparentemente essa demasiada ocorrência se deve ao pouco contato que esses alunos tiveram com a Astronomia em sua formação inicial, preferindo buscar explicações que lá tiveram ou mesmo das lembranças de ilustrações já encontradas e visualizadas em livros didáticos onde a órbita da Terra ao redor do Sol é demasiadamente elíptica, facilitando a preferência por esse tipo de modelo explicativo.

Uma concepção pouco diagnosticada, porém que achamos muito interessante foi a explicação dada ao fenômeno devido ao movimento de rotação da Terra. Essa concepção nos mostra que há certa confusão por parte desses alunos entre o ciclo dia-noite e a ocorrência das estações. Eles parecem entender que apenas a revolução da Terra não consegue descrever o fenômeno corretamente, porém não conseguem explicar de maneira clara como se dá a incidência de raios solares em diferentes regiões do planeta e, ainda, parecem desconhecer por completo o conceito de insolação.

TABELA 1 - ANÁLISE DOS DESENHOS ATRAVÉS DE CATEGORIAS E SUBCATEGORIAS SOMENTE COM A DINÂMICA DAS ESFERAS DE ISOPOR.

Heliocêntrico				
Subcategorias de análise	Revolução e distância Sol-Terra	Rotação da Terra (verão-inverno/dia-noite)	Concepção de livro didático	Eixo de inclinação terrestre e/ou incidência de raios solares
Percentual de categorias encontradas	10%	17%	7%	7%
Geocêntrico				
Subcategorias de análise	Revolução e distância Sol-Terra	Rotação da Terra (verão-inverno/dia-noite)	Concepção de livro didático	Eixo de inclinação terrestre e/ou incidência de raios solares
Percentual de categorias encontradas	23%	10%	-	17%

Dois desenhos nos mostraram claramente a cópia de uma ilustração de livro didático, pois apesar dos desenhos conterem até mesmo a especificação de solstícios e equinócios nenhuma explicação foi dada pelos alunos, ou seja, a questão discursiva foi deixada em branco e nenhum outro tipo de legenda foi diagnosticado. Nesses desenhos o eixo de inclinação terrestre e a incidência dos raios solares foram totalmente omitidos.

Alguns alunos tentaram explicar o fenômeno utilizando a subcategoria de análise “Eixo de inclinação terrestre e/ou incidência de raios solares”, porém a tabela 1 nos mostra a confusão na demonstração do fenômeno dessa forma, claramente percebido pela preferência de um modelo em que a Terra aparecia estática. Os desenhos apresentados sobre essa subcategoria foram em sua maioria incluídos na categoria “Geocêntrico”, pois aparentemente a concepção de que os raios solares incidem de maneiras diferenciadas em regiões de diferentes latitudes se deve ao movimento do Sol e não da Terra em sua revolução ou então ao movimento do eixo de inclinação terrestre, que deveria permanecer estático. Apenas uma das explicações nos relatou a incidência dos raios solares diferenciados devido ao eixo de inclinação e que as estações variavam devido à revolução da Terra ao redor do Sol.

2.2 – Análise das dinâmicas com as esferas de isopor

Através da análise das filmagens pudemos notar durante a maioria das explicações dadas pelos grupos que os alunos que assistiam à apresentação pareciam não compreender o que estava sendo proposto, pois não conseguiam enxergar ou mesmo perceber certas movimentações ou sombras nas esferas da mesma maneira de quem estava realizando a apresentação, ou seja, que fazia parte do modelo, segurando a esfera da Terra ou a lanterna que representava o Sol. Isso nos leva a crer que apenas a dinâmica das esferas parece não relacionar corretamente todos os conceitos necessários para uma explicação mais próxima do ideal sobre as estações do ano.

Conclusões

Notamos que apenas com a utilização da dinâmica das esferas de isopor para a explicação das estações do ano, os alunos pareceram se confundir, preferindo uma explicação mais simples e comum do fenômeno, talvez as mesmas vivenciadas por eles durante o Ensino Fundamental e Médio. A explicação se deu em sua maioria através da opção da distância que a Terra está do Sol e de seu período de revolução. Outros fatores como a inclinação do eixo terrestre e o conceito de insolação se mostraram ausentes na maioria dos desenhos e nas explicações dadas por eles próprios durante o exercício proposto.

A visão topocêntrica do fenômeno ainda é uma barreira a ser quebrada, pois essa é a visão compartilhada por todos nós e que faz parte de nossa concepção diária dos movimentos aparentes tanto do Sol quanto da Lua. Os alunos quando questionados sobre fenômenos relacionados ao sistema Sol-Terra-Lua parecem se remeter apenas às suas experiências diárias evitando ultrapassar o senso comum não conseguindo assim se imaginar fora do sistema para visualizar corretamente a ocorrência do fenômeno.

Acreditamos que a dinâmica das esferas de isopor, apesar de muito proposta em diversos artigos científicos, apresenta problemas no que se refere à observação da insolação, visto que a reflexão da luz pelas esferas não permite diferenciar (de forma simples) as variadas taxas de insolação em função do ângulo entre a superfície da esfera de isopor e a radiação da lâmpada (representando o Sol) em função da inclinação do eixo terrestre.

A inserção de outros conceitos físicos como o conceito de insolação, por exemplo, se explicados com ajuda de animações ou mesmo através de experimentos de baixo custo podem facilitar a interpretação do fenômeno auxiliando assim a visualização durante a dinâmica das esferas de isopor, oferecendo uma explicação menos fragmentada e mais proveitosa para os alunos.

Referências

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

BRASIL. (1998) Secretaria de Educação Média e Tecnologia. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais. Brasília. MEC/SEMTEC.

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

CANALLE, J. B. G. Explicando Astronomia Básica com um Bola de Isopor. Cad. Cat. Ens. Fís., v. 16, n. 3: p. 317-334, Águas de Lindóia, SP, dez. 1999.

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

CANIATO, R. Um projeto brasileiro para o ensino de Física. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, SP. 576 p. 1974

DEMING, L. G. Results from the astronomy diagnostic test national project. The Astronomy Education Review. Issue 1, Volume 1:52-57, 2002. University of Maryland.

DIAS, C. A. C. M; RITA, J.R.S. Inserção de Astronomia como Disciplina Curricular do
Formação de professores de Ciências

- Ensino Médio. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, n. 6, p. 55-65, 2008.
- LANGHI, R. (2010). Astronomia Observacional para professores de Ciências: uma introdução ao conhecimento do Céu Noturno, , p. 15-36, In: LONGHINI D. M (org.) Educação em Astronomia: Experiências e Contribuições da Prática Pedagógica, Editora Átomo
- LANGHI, R. e NARDI, R. (2007). Ensino de Astronomia: Erros Conceituais mais comuns em livros didáticos de ciências. Caderno. Brasileiro de Ensino de Física. 24 (1): p. 87-111.
- LEITE, C. Formação do professor de ciências em astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade. Tese de doutorado 274 p. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 2006.
- LIU, K. N. An Introduction to Atmospheric Radiation, 2 ed. Internacional Geophysics Series, Volume 84, p. 599. University of California, Los Angeles, Califórnia, EUA. Academic Press. 2002.
- PEIXOTO, D. E.; RAMOS, E. M. F. (2012) Formação do Professor de Física para o Ensino de Astronomia: Algumas possibilidades e Reflexões. In: Atas do I Congresso Internacional de Ensino das Ciências. Espanha, 2012.
- PINTO, S. P. et al. Formação continuada de professores: estratégia para o ensino de astronomia nas séries iniciais. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 24, n. 1: p. 71-86, abr. 2007.
- PUZZO, D. Um estudo das concepções alternativas presentes em professores de ciências de 5ª série do ensino fundamental sobre fases da Lua e eclipses. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Londrina, 122 p. 2002.
- SCARINSKI, 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).
- SOBREIRA, P. H. A. Astronomia no ensino de geografia. Análise crítica nos livros didáticos de geografia. Dissertação de mestrado, 275 p. Universidade de São Paulo, 2002.
- TREVISAN, R. H. et al. (1997) Assessoria na avaliação do conteúdo de Astronomia dos livros de ciências do primeiro grau. Caderno Catarinense de Ensino de Física, 14 (1)1, pp.7-16.