

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

MATEUS CÉSAR FERNANDES

INVESTIGANDO CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ASTRONOMIA E POSSÍVEIS
CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE PROFESSORES DE FÍSICA DO ENSINO
MÉDIO

Maringá

Novembro de 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

MATEUS CÉSAR FERNANDES

INVESTIGANDO CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ASTRONOMIA E POSSÍVEIS
CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE PROFESSORES DE FÍSICA DO ENSINO
MÉDIO

Monografia apresentada ao departamento de
Física da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador: Prof. Msc. Ricardo Francisco Pereira

Banca examinadora:
Profa. Dra. Polônia Altoé Fusinato
Prof. Msc. Michel Corci Batista

Maringá
Novembro de 2011

Astronomia compele a alma a olhar para cima e leva-nos deste mundo para outro.

Platão.

Sumário

Agradecimentos	1
Resumo	2
1. Introdução	3
2. Por que estudar Astronomia?	5
3. Astronomia e os PCN	9
4. Concepções Alternativas	12
4.1 Concepções Alternativas em Astronomia	13
5. Principais Erros Conceituais de Astronomia em Livros Didáticos	20
5.1 A importância do Livro Didático para o Ensino de Ciências	20
5.2 Os Principais Erros nos Livros de Astronomia	21
5.2.1 Estações do Ano	22
5.2.2 Movimentos e Inclinação da Terra	23
5.2.3 Estrelas e Constelações	24
5.2.4 Dimensões	25
5.2.5 Pontos Cardeais	26
6. A Pesquisa	27
7. Resultados e Análise	28
7.1 Questões de Múltipla Escolha	28
7.1.1 Questão 01	28
7.1.2 Questão 02	29
7.1.3 Questão 03	30
7.1.4 Questão 04	32

7.1.5 Questão 05	32
7.2 Questões Dissertativas	34
7.2.1 Questão 06	34
7.2.2 Questão 07	36
7.2.3 Questão 08	36
7.2.4 Questão 09	37
7.2.5 Questão 10	39
7.2.6 Questão 11	41
7.2.7 Questão 12	41
7.2.8 Questão 13	42
7.2.9 Questão 14	43
7.2.10 Questão 15	44
7.3 Desconhecimento de Conceitos, Concepções Alternativas Inferidas e sua Relação com os Livros Didáticos	46
8. Conclusões	50
9. Referências Bibliográficas	52
ANEXO	55

Lista de Figuras

Figura 1	6
Figura 2	7
Figura 3	23
Figura 4	31
Figura 5	40
Figura 6	45
Figura 7	48
Figura 8	49

Lista de Quadros

Quadro 1	9
Quadro 2	11
Quadro 3	14
Quadro 4	15
Quadro 5	28
Quadro 6	29
Quadro 7	30
Quadro 8	32
Quadro 9	33
Quadro 10	34
Quadro 11	36
Quadro 12	36
Quadro 13	37
Quadro 14	39
Quadro 15	41
Quadro 16	42
Quadro 17	44
Quadro 18	45
Quadro 19	44

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço à minha família, mais precisamente a minha mãe Vilma e meu pai Luiz, por todo apoio e investimento em minha educação, desde quando entrei na escola até o período em que estive na Universidade.

Agradeço também aos meus amigos, importantes companheiros que fizeram os momentos mais difíceis com que nos deparamos na universidade fossem totalmente superados, dos quais cito Fernando e Smurf.

Agradeço ao PET – Física, pelos vários anos de ensinamentos valiosos.

Agradeço ao professor Marcos César Danhoni Neves, por seus ensinamentos, companheirismo, incentivo do pensamento crítico e, acima de tudo, a amizade.

Por fim, agradeço ao professor Ricardo pelo apoio e supervisão deste trabalho.

Resumo

Neste trabalho, aplicaram-se um questionário a alguns professores de Física do Ensino Médio da rede pública de Maringá, a fim de identificar o nível de conhecimento destes professores neste tema, bem como possíveis concepções alternativas dos mesmos. Aliado a isso, foi feita uma breve análise do que se tem registrado sobre concepções alternativas em docentes e alunos de todas as idades, em diversos países de todo o mundo, em que se resumiu em uma extensa lista. Foi feita também uma breve análise com respeito aos principais erros de Astronomia encontrados em livros didáticos. Por fim, após a análise das respostas encontradas nos questionários, foi possível traçar uma associação com o que geralmente é encontrado em livros didáticos e os diversos registros das concepções alternativas nesta área encontradas na literatura especializada.

1. Introdução

Diversos estudos apontam uma quantidade relativamente grande de concepções alternativas referentes aos assuntos de astronomia, abrangendo todas as faixas etárias, sendo tais concepções registradas nos mais variados lugares do mundo. Isso certamente nos leva a crer que há um problema no ensino-aprendizagem desta ciência. Alguns fatores, ou a combinação deles, são os possíveis responsáveis pela grande quantidade de explicações dadas pelas pessoas para os fenômenos de forma diferente do conhecimento científico atual, sendo os principais: os erros em livros didáticos; a abordagem da Astronomia nos currículos escolares, ou a falta dela; a carência de disciplinas relacionadas à Astronomia nos cursos de Física, Ciências e Pedagogia, que geram professores despreparados para trabalhar com esse assunto em sala de aula.

Talvez o profissional melhor habilitado para lecionar Astronomia nos colégios, devido à sua formação, seja o licenciado em Física. No entanto, sabe-se muito bem que embora essas duas ciências, Física e Astronomia, tenham uma relação muito forte, a grade curricular do curso de Física contempla muito pouco ou, como é o caso da maioria das universidades, quase nada relacionado à disciplinas de Astronomia.

Tendo em vista a importância já reconhecida do ensino de Astronomia, e ao mesmo tempo das dificuldades para abordá-la em sala de aula e a necessidade de ela ser bem compreendida pelos professores que a lecionam, neste trabalho buscou-se inferir respostas para as seguintes perguntas: Esses professores já lecionaram alguma vez conteúdos relacionados à Astronomia? Esses professores tiveram alguma disciplina na faculdade relacionada à Astronomia em sua formação? Quais assuntos relacionados à Astronomia se mostraram mais desconhecidos pelos professores? Quais concepções alternativas referentes à Astronomia podemos inferir ao analisar as respostas destes professores? Parece haver alguma relação entre as concepções apresentadas pelos professores com as concepções alternativas de alunos e os erros conceituais apresentados em livros didáticos?

Para tentar responder tais questões, este trabalho objetivou fazer uma breve análise sobre o que se sabe a respeito das concepções alternativas em Astronomia e analisar erros e concepções alternativas de alguns livros didáticos e de professores de Física de Maringá, a fim de indicar possíveis caminhos para uma melhor abordagem da Astronomia no Ensino Médio. A pesquisa realizada com os esses professores utilizou um questionário desenvolvido para buscar possíveis erros conceituais e/ou concepções alternativas no qual eles responderam e enviaram de volta esse questionário.

2. Por que estudar Astronomia?

Não há como afirmar quando exatamente o ser humano olhou para o céu pela primeira vez. Certamente, que os mais primitivos já se deslumbravam com o céu estrelado, ainda mais num tempo em que a poluição luminosa de postes, prédios e letreiros, assim como outras poluições que temos atualmente, não existiam. A curiosidade e o fascínio pelo universo estão gravados nas paredes de cavernas, esculturas, monumentos e lendas. Para se ter uma idéia, há cerca de 30 mil anos, o homem já fazia representação das estrelas. Foi encontrada numa caverna na Alemanha, datado dessa época, uma lasca de presa de mamute em que estava esculpida a constelação de Orion. Constituindo no registro mais antigo encontrado até hoje da relação do ser humano com o interesse pelos astros.

Por mais distantes que os astros observados no céu parecem estar, e na verdade estão, ao mesmo tempo, estiveram sempre muito próximos de todas as culturas, presentes em seus mitos de criação e sistemas de crenças em geral. Porém, não eram vistos somente com olhos místicos, observar os astros tinha também bons propósitos terrenos, como o auxílio na agricultura, a orientação para a navegação e a marcação do tempo.

Para entendermos o mundo, o mais fundamental que um cientista faz é reconhecer alguma ordem na natureza, um padrão. E a partir disso, criar teorias que expliquem aquele padrão e a partir dele possam fazer previsões futuras. A Astronomia, certamente, é a ciência mais antiga que existe, pois os movimentos padronizados e previsíveis dos astros permitiam ao homem calcular o tempo e orientar-se.

Uma das primeiras relações de ordem que se encontrou, tratava-se da relação entre a presença do Sol com o dia e a noite. Isso permitiu aos mais primitivos, mesmo sem ainda terem desenvolvido a escrita e a matemática, por exemplo, a saberem se iria demorar muito para anoitecer ou não, o que lhes facilitava escolher o melhor horário para saírem de suas cavernas para poder caçar e ainda saberem quando deveriam retornar. Bastava observar a posição do Sol no céu.

Ao observar a Lua, perceberam que sua forma não era a mesma sempre, mas ela se alterava conforme os dias se passavam, de forma regular, o que permitiu com que conseguissem marcar períodos de tempo mais longos do que o dia. Entre a Lua Nova e a Crescente, por exemplo, passavam-se sete dias. Para a agricultura, tal relação foi de fundamental importância, pois quando a colheita era feita em locais diferentes, sabia-se como voltar marcando a fase da Lua.

Ciente de que o céu era um fiel marcador do tempo e podia fornecer informações sobre o futuro, o homem buscou maneiras de observar e registrar aquilo que observava. Dessa forma, diversos observatórios foram construídos, de maneira independente e em culturas diferentes. O mais famoso destes observatórios pré-históricos, talvez seja Stonehenge, construído há cerca de 5 mil anos atrás, e que existe até hoje na Inglaterra.



Figura1: Monumento de Stonehenge, construído por um povo que ainda não havia desenvolvido a escrita.¹

Os egípcios, já nessa época em que Stonehenge havia sido construído, já tinham desenvolvido a escrita e a matemática. Sabiam que o ano possuía 365 dias e o iniciavam com a presença da estrela Sírius, em determinada posição no céu. Também separavam o ano em três diferentes períodos: cheia, plantio e colheita.

¹ Fonte: <http://www.nationalturk.com/en/second-stonehenge-found-original-4500-year-old-ancient-structure-98785964>

Um pouco mais tarde, os gregos foram capazes de mapear o céu, por meio de figuras que as estrelas pareciam formar no firmamento, as constelações. Foram capazes de marcar quando o Sol passava por cada uma delas, dando então origem aos signos, que perduram até hoje.

Os chineses, maias, babilônios e diversos outros povos, também desenvolveram suas próprias representações das constelações ou diários astronômicos, separados uns dos outros e dos gregos e egípcios.

Houve uma revolução na Astronomia com o surgimento do telescópio, mais precisamente, quando Galileu Galilei teve a brilhante idéia de apontá-lo para o céu, o que o fez ser considerado o pai da Astronomia moderna.

Utilizando-se deste equipamento, foi capaz de obter medidas mais precisas o que, entre outras coisas, o convenceu de que a Terra era quem girava ao redor do Sol, e não o contrário, como se acreditava.

A invenção do telescópio, e sua inserção na Astronomia fizeram com que esta ciência desse um enorme passo, pelo fato de que os astrônomos agora podiam ver muito além de seus olhos, enxergavam um mundo completamente novo. Planetas e outros astros invisíveis a olho nu foram enxergados; as irregularidades da superfície da Lua, com suas belas crateras, algo que era inconcebível na época, devido à idéia de beleza e perfeição que se tinha; os pequenos sistemas planetários, como as luas de Júpiter, algo que serviu como forte evidência para o Heliocentrismo entre tantas coisas.



Figura2: Luneta desenvolvida por Galileu, por volta de 1610.²

² Fonte: <http://noticias.terra.com.br/ciencia/interna/0,,OI3450714-EI302,00-Luneta+usada+por+Galileu+Galilei+e+exposta+na+Italia.html>

Hoje em dia, as pessoas do mundo globalizado não fazem mais uso do céu para se orientar. As constelações não têm mais o papel de servir como ponto de referência, assim como as fases da Lua e a posição do Sol no céu não nos são mais essenciais a vida moderna destas pessoas. Atualmente, quando se quer saber a hora, basta olhar para o relógio; quando é preciso saber em que época do ano se está, dispõe-se de um calendário. Para a orientação, existem as bússolas, mapas, placas e GPS (Global Positioning System – Sistema de Posicionamento Global) com diversas coisas que já apontam o caminho a ser percorrido. Infelizmente, devido a toda tecnologia desenvolvida e a falta de visibilidade do céu noturno, o céu parece ter sido esquecido. No entanto, aqueles que redescobrem a beleza do céu, passam a se encantar, assim como acontece normalmente com as crianças, mas que têm essa curiosidade morta, devido a falta de motivação e de um conhecimento mais profundo sobre os fenômenos.

Quando essa motivação existe, aliada ao conhecimento, possivelmente é despertado o interesse das pessoas pelo céu, afinal, não há lugar melhor para se tentar buscar respostas a cerca dos mistérios de sua existência, como o céu.

3. Astronomia e os PCN

Para as séries do ensino fundamental, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) recomendam o ensino de Astronomia a partir do eixo temático Terra e Universo, propondo que o professor utilize atividades práticas com os alunos, como a construção de relógios astronômicos simples, como os primitivos relógios solares, realização de observações do Sol, Lua, estrelas e meteoros, marcando suas observações e dados (BRASIL, 1999).

Terceiro Ciclo	Quarto Ciclo
<ul style="list-style-type: none"> - Observação direta: nascimento e ocaso do Sol, Lua e estrelas. Reconhecer a natureza cíclica. Calendário. - Sistema Solar e outros corpos celestes. Planetas, cometas e uma concepção de Universo. - Caracterização da constituição da Terra e das condições de existência da vida - Conhecimento dos povos antigos para explicação de fenômenos celestes . 	<ul style="list-style-type: none"> - Observação direta: constelações e estrelas. Distâncias cosmológicas. - Atração Gravitacional. Marés e órbitas. - Estações do ano, fases da Lua e eclipses: observações e modelo explicativo. - Modelo Heliocêntrico. - Modelo Geocêntrico. - Modelo de formação da Terra.

Quadro 1: Quadro resumo com as propostas dos PCN para o ensino de Astronomia.

Embora os conteúdos listados no quadro acima serem recomendados pelos PCN apenas para os Terceiros e Quartos Ciclos, havendo então uma omissão de como o ensino de Astronomia deve ser abordado nos Primeiros e Segundos Ciclos, o que é injustificável do ponto de vista pedagógico e cognitivo (QUEIROZ, 2005), em contrapartida, os professores que lecionam nestes períodos iniciais não estão isentos da responsabilidade de trabalhar e, conseqüentemente, de dominar os conteúdos relacionados à esta ciência, uma vez que os PCN, como afirmam Langhi e Nardi (2004, p.24), advogam que a Astronomia deve fazer parte do conteúdo dos anos iniciais:

Os PCN advogam que a Astronomia deve fazer parte do conteúdo dos anos iniciais do Ensino Fundamental, quando mencionam que “a grande variedade de conteúdos teóricos das disciplinas científicas, como a Astronomia, a Biologia, a Física, as Geociências e a Química, assim como dos conhecimentos tecnológicos, deve ser considerada pelo professor em seu planejamento (LANGHI e NARDI, 2004).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN+), a Astronomia aparece como um dos temas estruturadores no ensino de Física: *Tema 6: Universo, Terra e Vida*, com as seguintes unidades temáticas:

Unidade temática	Terra e Sistema Solar	O Universo e sua Origem	Compreensão Humana do Universo
Orientações	<p>- Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.).</p> <p>-Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.</p>	<p>- Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados no sentido de ampliar sua visão de mundo.</p> <p>-Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida, temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.</p>	<p>- Conhecer aspectos dos modelos explicativos da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações.</p> <p>- Compreender aspectos da evolução dos modelos da ciência para explicar a constituição do Universo (matéria, radiação e interações) através dos tempos, identificando especificidades do modelo atual.</p> <p>-Identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos</p>

			do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.
--	--	--	--

Quadro2: Quadro contendo o 6º tema estruturador do ensino de Física, de acordo com o PCN+.

O Estado do Paraná possui suas próprias diretrizes para o ensino de Ciências e, a Astronomia aparece como um dos cinco conteúdos estruturantes, sendo eles: Astronomia, Matéria, Sistemas Biológicos, Energia e Biodiversidade. Pela primeira vez, a Ciência “Astronomia” é recebe um lugar com tanto destaque no currículo escolar.

Analisando as recomendações dos PCN e PCN+, juntamente com as diretrizes para o ensino de Ciências do Estado do Paraná, o que é crucial destacar uma vez que a pesquisa trata dos docentes deste estado, é possível verificar que os educadores de Ciências, Física e das séries iniciais, necessitam de conhecimentos sólidos e abrangentes em Astronomia, pois, apesar dela não constituir em uma disciplina curricular, os conteúdos relacionados à ela acompanham, ou deveriam acompanhar, os alunos em todas as etapas do seu ensino, desde as séries iniciais do Ensino Fundamental até as últimas séries do Ensino Médio.

4. Concepções alternativas

De acordo com os PCN (BRASIL, 1997 apud LANGHI, 2004), “os estudantes possuem um repertório de representações, conhecimentos intuitivos, adquiridos pela vivência, pela cultura e senso comum, acerca dos conceitos que serão ensinados na escola.”

É muito bem sabido pela psicologia, que a criança procura a sua própria explicação sobre o mundo, geralmente sustentada pela sua fantasia. Se não lhe forem apresentadas outras explicações de como a natureza funciona, esse pensamento particular da criança, e muitas vezes mágico, irá persistir ao longo toda a sua vida, que é conhecido como concepção alternativa. Outros nomes, com um significado bastante similar, também são usados por estudiosos da área, tais como “concepções espontâneas”, “concepções intuitivas”, “pré-concepção” entre alguns outros.

Frente à diversidade de populações investigadas, e a forma com que os conceitos foram analisados, as principais características das concepções alternativas já foram traçadas pelos estudiosos.

A sua característica mais importante é que tais concepções existem e, além disso, em geral, não condizem com as explicações dadas pela ciência atual, muito embora boa parte dessas concepções se assemelha com explicações que em algum momento histórico, já foram consideradas como corretas.

Atualmente, parece ser consenso entre os epistemólogos e educadores, de que o conhecimento é algo que se constrói junto com o aluno, levando em conta suas concepções prévias acerca daquilo que será ensinado. Isto posto, percebe-se ser um equívoco tratar o aluno como uma “tábula rasa”, onde os ensinamentos devem ser impressos. No entanto, essa tendência mais moderna de pensamento não é acompanhada pelos livros didáticos e tão pouco pelos professores, fazendo com que as teorias construtivistas fiquem infelizmente apenas no campo teórico.

Outra característica muito relevante das concepções alternativas é que elas são encontradas em diversos lugares do mundo, nas mais variadas culturas. Isso, de fato, evidencia que seu surgimento pode ser algo intrínseco do aprendizado humano, embora sua manutenção ou perpetuação, entre diversos fatores, dependa de como o processo de ensino-aprendizado é abordado.

4.1. Concepções alternativas em Astronomia

Quando se é criança que nasce a curiosidade sobre o céu, as dúvidas e o intenso interesse sobre questões mais simples como “por que o céu é azul?”, ou mais complicadas: “por que o céu é escuro?” e “até onde vai o universo?”. No entanto, essas dúvidas acerca da natureza do cosmos, geralmente não são respondidas e tão pouco estimuladas à reflexão. A criança é levada a deixar de lado toda a sua curiosidade e contentar-se com explicações simplórias ou aquelas que ela mesma desenvolveu para tentar explicar os fenômenos.

Estas crianças, por sua vez, tornam-se adultas e, conseqüentemente, algumas delas docentes. Tal escolha, infelizmente, não as faz tão diferente das demais pessoas a respeito dos conhecimentos de Astronomia, ainda que sejam professores de Física. Isso se dá pelo fato de ser relativamente raro o ensino desta ciência até mesmo nos cursos de graduação em Física. E isto é corroborado por um número considerável de pesquisas no Brasil e no mundo.

De acordo com os trabalhos que investigam essas representações, tanto em crianças, jovens, adultos e até mesmo em docentes e aspirantes a docência, é extremamente numeroso o conjunto de concepções alternativas em Astronomia, registradas, como podemos ver nas pesquisas sobre as concepções do modelo Terra-Sol (BARRABIN, 1995 apud LANGHI, 2004):

Referência	Amostragem e metodologia	Conceitos investigados	Concepções mais relevantes detectadas
Giordan e Vecchi (1987)	76 crianças (9-11 anos) Questionário e entrevista	Modelo heliocêntrico	Visão heliocêntrica: 80%
Jones, Lynch e Reesinch (1987)	32 crianças (9-12 anos) Entrevista	Representações Terra-Lua-Sol: forma, tamanho, movimento.	3 modelos geocêntricos e 2 heliocêntricos Formas bidimensionais dos astros Formas tridimensionais não esféricas

			<p>Formas esféricas</p> <p>Sol, Terra e Lua do mesmo tamanho</p> <p>Dois astros do mesmo tamanho e um diferente.</p>
Kapterer e Dubois (1981)	Crianças, adolescentes e adultos Questionário	Modelo heliocêntrico	Visão geocêntrica: 30,5%
Klein (1982)	24 crianças (7-8anos) Entrevista	Sistema Terra-Sol Forma e tamanho Movimento de rotação (dia/noite)	Terra maior que o Sol Terra e Sol com o mesmo tamanho Dia/noite não se devem a rotação
Nussbaum e Novak (1976)	60 crianças (8-9anos) Entrevista	A Terra como corpo cósmico Forma Direção de caída dos objetos	Terra plana, não esférica Terra composta por dois hemisférios, o solo e o céu Conceito de 'em cima' e 'embaixo' no espaço cósmico Terra esférica, mas sem relação 'em cima' e 'embaixo' com o centro da Terra
Schoon (1992)	1213 estudantes (ensino elementar, secundário e adultos) Questionário	Diversas representações e conceitos da Terra e espaço	Sol ao meio-dia exatamente em cima das cabeças: 82,4% Verão mais quente que o inverno porque a Terra está mais próxima do Sol: 77,6% Em maio, junho e julho o Sol se põe no oeste: 58% Em cada dia do verão, a quantidade de luz diurna é maior

			<p>que a do dia anterior: 32,4%</p> <p>A Lua leva um ano para dar uma volta completa em torno da Terra: 19,5%</p> <p>O brilho da Lua se dá porque ela é uma grande estrela: 15,7%</p> <p>Dia e noite ocorrem devido ao movimento da Terra em torno do Sol: 19,6%</p> <p>Dias e noites se dão porque o Sol gira em torno da Terra: 8,8%</p>
--	--	--	--

Quadro 3: Principais pesquisas a respeito das concepções do modelo Terra-Sol.

E tomando como base (TRUMPER, 2001 apud LANGHI, 2004), pode-se citar algumas das pesquisas mais notórias sobre conceitos astronômicos dos últimos 35 anos:

Autores	Ano	Conceitos astronômicos abordados
Nussbaum e Novak	1976	Terra como corpo cósmico
Nussbaum	1979	Caracterização de cinco noções sobre a Terra
Nussbaum e Sharoni-Dagan	1983	Terra como corpo cósmico
Sneider e Pulos	1983	
Kramer	1977	Estrutura do Universo
Klein	1982	Relações entre Terra e Sol, dia/noite e tamanhos de corpos celestes
Jones <i>et al</i>	1987	Sistema Terra-Lua-Sol
Baxter	1989	Fases da Lua e estações do ano
Durant <i>et al</i>	1989	Órbita da Terra em torno do Sol
Acker e Pecker	1988	Órbita da Terra em torno do Sol

Vosniadou	1987 1989 1991	Astronomia observacional Tamanho, forma, movimento, temperatura, composição e localização da Terra, Sol, Lua e estrelas. Fenômenos astronômicos tais como: ciclo dia/noite, as estações, as fases da Lua e os eclipses do Sol e da Lua.
Brewer <i>et al</i>	1988	
Samarapugavan <i>et AL</i>	1996	
Vosniadou e Brewer	1990	
Vosniadou	1992	Diferenciação de três modelos mentais: a) Modelos iniciais, que derivam e se tornam consistentes a partir de observações diárias;
Vosniadou e Brewer	1992 1994	b) Modelos sintéticos, que são tentativas de integrar informações científicas com as das observações diárias. c) Modelos científicos, que concordam com a visão científica aceitável.
Lightman e Sadler	1993	Ciclo dia/noite, revolução lunar, fases da Lua, Sol a pino ao meio-dia, diâmetro da Terra e estações do ano.

Quadro 4: Principais pesquisas sobre conceitos astronômicos dos últimos 35 anos.

Sobre o estudo destas representações, encontram-se na literatura os diversos termos usados pelos pesquisadores, como: concepções espontâneas, idéias de senso comum, idéias ingênuas, concepções prévias, concepções alternativas entre outros. Embora boa parte dos significados sejam semelhantes, aqui, adota-se o último termo, que é também usado por Langhi (2004), onde este autor faz uma vasta lista das principais concepções alternativas em Astronomia catalogadas, separadas pelo seu assunto principal:

Sol:

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

Terra:

- Diferentes concepções sobre a forma da Terra e campo gravitacional;
- Associação da existência da força de gravidade com a presença de ar, acreditando-se que só existe gravidade onde houver ar ou alguma atmosfera;
- Predominante visão geocêntrica do Universo;
- O pólo norte é constantemente direcionado para cima em representações de globos terrestres;
- Há outras provas de que a Terra rotaciona-se, além do pêndulo de Foucault;
- Diferentes concepções acerca do fenômeno do dia e da noite;
- Há apenas dois movimentos da Terra: rotação e translação;
- A órbita da Terra (e dos planetas) é altamente excêntrica, assemelhando-se a uma elipse e não a uma circunferência;
- O eixo de rotação terrestre é inclinado de $23,5^\circ$ em relação ao plano de sua órbita;
- Ao meio-dia não há sombra, pois o Sol está a pino;
- As estações do ano ocorrem devido à variação de distância da Terra em relação ao Sol, proporcionando o verão quando o nosso planeta está próximo do Sol e inverno quando se afasta do mesmo;
- A ordem de ocorrência das nossas estações do ano é: primavera, verão, outono e inverno;
- Nos pólos a noite e o dia duram seis meses cada um;
- A maré alta e a maré baixa acontecem em pontos diametralmente opostos da Terra.
- Constantes referências às auroras boreais e raras às austrais.

Lua:

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

Planetas e outros corpos menores do Sistema Solar:

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

Constelações e objetos além do Sistema Solar:

- Constelação é um conjunto de estrelas que forma uma figura no céu;

- Astronomia e Astrologia são indistintas (credulidade em horóscopos);
- O madeiro maior do Cruzeiro do Sul aponta para o ponto cardeal Sul;
- As estrelas do céu são eternamente fixas, não havendo alterações do cenário celeste no decorrer das horas e meses;
- Desconhecimento do movimento aparente das estrelas no céu com o passar das horas, incluindo o movimento circular das mesmas em torno do pólo celeste;
- As estrelas possuem pontas;
- A diferenciação entre estrelas e planetas ao se olhar para o céu se dá por simplesmente verificar se o brilho está oscilante, ou seja, a luz da estrela 'pisca' e a do planeta é sempre constante;
- Ao observar através de um telescópio, é possível ver uma nebulosa ou galáxia colorida, tal qual aparecem nas fotos das fontes bibliográficas.

Aspectos históricos e filosóficos:

- A astronomia é uma ciência muito distante de nós;
- Falhas de abordagens históricas e filosóficas relacionadas com a astronomia durante o ensino de ciências;
- Os astronautas flutuam porque não há gravidade no espaço (gravidade zero);
- Desconhecimento sobre o programa espacial brasileiro e seus aparatos tecnológicos;
- O astronauta brasileiro esteve na Lua;
- Desconhecimento da possibilidade de se observar satélites artificiais à vista desarmada;
- O grande conquistador do espaço durante a corrida espacial foram os EUA;
- O homem não esteve, de fato, na Lua;
- Os radiotelescópios escutam as estrelas;
- Não há diferenças entre observatório e planetário;
- É impossível construir artesanalmente telescópios refletores e refratores de modo a equipar escolas com instrumentos deste tipo. (LANGHI, 2004).

5. Principais Erros Conceituais de Astronomia em Livros Didáticos

5.1 A importância do Livro Didático para o Ensino de Ciências

O livro didático, muitas vezes, é a principal fonte de informação do professor, sendo comumente a única ferramenta que ele possui para preparar suas aulas. Isto posto, fica clara a importância de que os conteúdos existentes nestes livros devem estar rigorosamente corretos e atualizados, uma vez que eventuais erros têm um potencial enorme para se propagarem e se afirmarem como verdades científicas.

Segundo Megid Neto e Fracalanza (2003), as principais características que devem conter os manuais escolares são a articulação dos conteúdos; textos, ilustrações e atividades diversificadas que tratem do contexto e da vida do aluno; estímulo à reflexão e criticidade; boa qualidade nas ilustrações dos livros textos, legendas e proporções corretas; atividades experimentais simples de se realizar, fáceis e de baixo custo, que não apresente risco ao aluno; ausência de preconceitos sócio-culturais.

Já para Bizzo (1996, apud LANGHI, 2007), o que se entende por um bom livro didático de Ciências pode ser resumido em:

- O livro não deve se limitar ao incentivo da memorização de enunciados, termos técnicos e formulas.
- As atividades propostas pelos livros didáticos devem conter demonstrações eficazes e atividades experimentais bem formuladas.
- O aluno deve, ao ler o livro, perceber a interdisciplinaridade constante em seu conteúdo.
- A cultura, a experiência de vida e os valores éticos e religiosos dos alunos devem ser respeitados.
- As figuras e ilustrações devem ter a precaução de transmitir a veracidade das informações, como nos livros de Ciências mais modernos, que se caracterizam por uma crescente utilização de imagens e recursos gráficos. (BIZZO, 1996 apud LANGHI, 2007).

Raramente encontram-se duas ou mais características listadas por estes autores em um mesmo livro didático (TREVISAN, 1997). As imprecisões, distorções e equívocos estão quase sempre presentes, o que, inevitavelmente, influencia diretamente na concepção dos professores sobre os assuntos científicos, uma vez que os docentes, desprovidos de um entendimento mais profundo acerca desses temas, apóiam-se por completo no que está gravado em seus livros.

A forma empirista com que a ciência é ensinada nas escolas, só faz propagar com mais eficiência esses erros, pois comumente ensina-se que as teorias científicas são verdades, algo imutável e que descreve a realidade com perfeição. O processo de construção do conhecimento científico é quase sempre ignorado. Isto por si só, já é prejudicial para a compreensão do aluno em respeito da natureza da ciência e a natureza em si. Teorias nada mais são do que modelos usados para interpretar a realidade. No entanto, se estes modelos apresentam-se errados nos livros, estes erros serão assumidos como verdades inquestionáveis.

5.2 Os Principais Erros nos Livros de Astronomia

São notáveis as semelhanças existentes entre as concepções alternativas catalogadas em Astronomia e os erros encontrados em livros didáticos (OSTERMANN, 1999; LANGHI, 2007). Embora estes livros não sejam os únicos responsáveis por tais concepções em desacordo com o conhecimento científico atual, contribuem certamente para a existência e perpetuação de tais idéias, tendo também um papel essencial no processo de ensino-aprendizagem da Astronomia.

A pesquisa sobre os erros em livros didáticos de Ciência já vem sendo feita por um número considerável de pesquisadores, o que certamente, tem uma contribuição enorme para a educação. Entre estes autores, pode-se citar: Bizzo (1996), Trevisan (1997), Canalle (1997), Paula e Oliveira (2002). Uma lista de nomes é apresentada num trabalho de Ferreira e Selles (2003), onde são analisados periódicos sobre a produção acadêmica nacional que investiga livros didáticos em relação ao ensino de Ciências: Pimentel, Monteiro Júnior e Medeiros, Ostermman e Ricci, Tiedmman e Mohr. Trabalhos como Bozcko (1998) e Trevisan (1997), relatam a falta de cuidados com a terminologia empregada nos livros textos, em que palavras como giro, revolução, translação e rotação são utilizadas em grande parte das vezes sem nenhuma distinção, o que possivelmente causa confusões ao leitor, principalmente o aluno.

Apesar do demasiado número de erros em livros didáticos de Astronomia, consistindo em erros técnicos, conceituais e subjetivos, como por exemplo os preconceitos sócio-culturais entre outros aspectos, alguns desses erros parecem ser mais comuns e são encontrados com uma frequência maior nos livros. Dividiu-se estes principais erros, que serão apresentados nos próximos sub capítulos, em: Estações do Ano, Movimentos e Inclinação da Terra, Estrelas e Constelações, Dimensões, Pontos Cardeais e Aspectos Históricos e Filosóficos.

5.2.1 Estações do Ano

Talvez o erro conceitual mais comum em Astronomia é em respeito às estações do ano. Sua existência é muitas vezes atribuída à órbita elíptica da Terra, relacionando a existência do verão e do inverno à variação da distância do nosso planeta relação ao Sol. Porém, ainda que a Terra varie sua distância em relação ao Sol, uma vez que a sua órbita não é uma circunferência, mas sim uma elipse de excentricidade 0,0167, a diferença de temperatura entre o afélio e periélio não é suficiente para explicar as estações do ano, como mostra (DÍAS, PIASSI, 2007).

O principal motivo da existência das diferentes estações do ano se dá ao fato de o eixo de rotação terrestre estar inclinado $66,5^\circ$ em relação ao plano de sua órbita, permanecendo durante milênios praticamente paralelo a uma mesma direção fixa, faz com que os hemisférios da Terra recebam mais calor ou menos, de acordo com a variação da posição do planeta ao longo do seu movimento de translação.

Trevisan (2007) deixa claro que a explicação das diferentes estações do ano nos livros didáticos aparece, na maioria das vezes, de forma errada ou incompleta, como exemplo: “O movimento de translação da Terra dá origem às estações do ano: primavera, verão, outono e inverno.” (*Coleção Quero Aprender*. Editora Ática- pg. 19, parágrafo 2 - vol.2).

Esta afirmação não faz menção a importância da inclinação do eixo da órbita terrestre, dando ênfase tão somente à translação. Dessa forma, além de ocultar uma informação importante, abre margem para reforçar, caso já exista, ou ainda propiciar a velha idéia de que as estações do ano se devem à distância da Terra em relação ao Sol em seu movimento de translação.

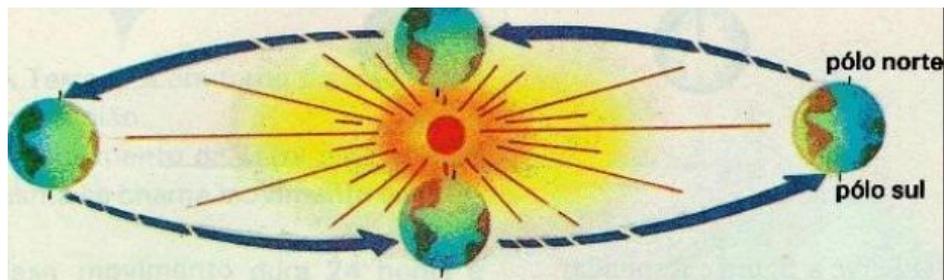


Figura3: Ilustração de um livro didático mostrando que a causa das estações do ano é a excentricidade da órbita terrestre.³

5.2.2 Movimentos e Inclinação da Terra

Uma parte considerável dos livros didáticos ignora o fato de a Terra possuir vários movimentos ou os omitem. Geralmente afirmam existirem apenas dois: movimento de translação e rotação. No entanto, nosso planeta executa pelo menos quatorze movimentos diferentes, sendo eles: rotação, translação, precessão dos equinócios, nutação, variação da excentricidade da órbita terrestre, marés da crosta terrestre, deslocamento do centro de gravidade Terra/Lua, variação de latitudes, variação da obliquidade da elíptica, deslocamento das linhas dos apsides, translação do Sistema Solar, deslocamento do centro de gravidade do Sol, rotação da Via Láctea e movimento de expansão do Universo. (TREVISAN, 1997). Ainda vale ressaltar que alguns desses movimentos apresentam subdivisões em tantos outros.

Outra informação amplamente divulgada, não de forma equivocada, mas incompleta, dando margens às interpretações errôneas, é a afirmação de que o eixo de rotação da Terra está inclinado $23,5^\circ$. A informação desta inclinação não pode estar desacompanhada de uma referência. O eixo de rotação terrestre possui inclinação de $23,5^\circ$ em relação a um plano perpendicular ao plano de sua órbita ou $66,5^\circ$ em relação ao próprio plano da órbita.

³ Ilustração disponível em: Passos, Lucina; et.al., *Estudos Sociais Ciências e Programa de Saúde*, Segunda Série do Primeiro grau, São Paulo, Editora Scipione, 1988.)

5.2.3 Estrelas e Constelações

Comumente nas ilustrações do Sistema Solar nos livros didáticos, é possível visualizar estrelas entre as órbitas dos planetas, o que não está errado, uma vez que devido à sua enorme distância com relação ao Sol, podemos enxergá-las como pontos brilhantes em várias direções. Porém, faz-se necessária a explicação disto na legenda das figuras, a fim de não criar a concepção no estudante de que estrelas são objetos pequenos que podem estar entre os planetas, ilusão que uma imagem bidimensional pode causar.

Outro problema com relação às estrelas refere-se à idéia de que seu agrupamento consiste numa constelação. Isso pode causar a falsa idéia de que as estrelas estão fisicamente próximas, o que está errado. A proximidade desses astros é apenas aparente, estando elas próximas apenas na nossa linha de visada, isto é, apenas as enxergamos próximas uma das outras, mas estes objetos, em contrapartida estão muitíssimo distantes uns dos outros.

Trevisan (2007) ainda destaca um trecho de um livro: “O que são constelações? Constelações são agrupamentos de estrelas que parecem estar formando uma figura no céu.” (*Coleção Quero Aprender*. Editora Ática- pg. 8, parágrafo 1 - vol.3).

As constelações não devem ser interpretadas como as estrelas vistas do céu que formam uma figura, ou mais precisamente um ser mitológico, como estamos habituados a ler e a ouvir. Uma constelação envolve uma área na qual todo objeto astronômico compreendido nela, incluindo aqueles visíveis apenas por telescópios, fazem parte da constelação. (LANGHI, 2007).

5.2.4 Dimensões

As figuras nos livros, salvo raras exceções, passam aos alunos um conceito distorcido da realidade. Dentre os principais erros, destacam-se os tamanhos relativos entre o Sol a Terra e a Lua, em que é comum encontrar esses astros representados do mesmo tamanho ou o Sol ligeiramente maior que os outros dois. Raramente se vê desenhos em escala, o que passaria a importante idéia ao aluno das enormes diferenças relativas aos tamanhos desses astros. Também são raras as menções nas legendas de que as figuras estão fora de escala. Isto certamente reforça a velha concepção alternativa encontrada em alunos de que a Lua e o Sol possuem o mesmo tamanho, uma vez que vistos aqui da Terra, têm o mesmo diâmetro angular.

Além dos tamanhos dos astros, destacam-se também os erros em relação as dimensões do Sistema Solar, onde as distâncias entre os planetas é a mesma, sendo também igual a distância entre Mercúrio e o Sol. Quando essa equivalência das distâncias não ocorre, ainda assim, na maioria das vezes, essas as distâncias estão absurdamente fora de escala. Segundo Canalle e Oliveira (1994):

As dimensões reais dos astros são: diâmetro do Sol: 1.392.000 km; diâmetro da Terra: 12.756 km; diâmetro da Lua: 3476 km. Logo, pode-se dizer que o Sol é 100 vezes maior do que a Terra em diâmetro, e a Terra é 3,66 vezes maior do que a Lua, em diâmetro. Isto quer dizer, se a Terra tiver 7,3 mm de diâmetro, o Sol deve ter 80 cm de diâmetro, no mesmo desenho. O diâmetro equatorial dos planetas é: Mercúrio - 4.880 km; Vênus - 12.100 km; Terra - 12.756; Marte - 6.794 km; Júpiter - 142.800km; Saturno - 120.000km; Urano - 51.800km; Netuno - 48.600; Plutão - 2.400 km (Fras, 1992). Isto quer dizer que, se o Sol tivesse 80 cm de diâmetro, teríamos os planetas com as seguintes dimensões: Mercúrio - 2,9 mm, Vênus - 7,0 mm, Terra - 7,3 mm, Marte - 3,9 mm, Júpiter - 82,1mm, Saturno - 69,0 mm, Urano - 29,2 mm, Netuno - 27,9 mm e Plutão- 1,3 mm . Esta proporção no livro didático poderia ser feita desenhando-se apenas uma fração do Sol. (CANALLE e OLIVEIRA,1994 apud LANGHI, 2007).

5.2.5 Pontos Cardeais

Os pontos cardeais são geralmente abordados pelos livros didáticos. Porém, tão comum quanto essa abordagem é o erro que elas trazem ao tentar ensinar a maneira de encontrar estes pontos, dizendo que o Sol sempre nasce no ponto cardinal Leste e se põe a Oeste. A rigor, isso acontece somente duas vezes ao ano, nos equinócios, período em que os dias e as noites têm mesma duração.

Os livros didáticos, ao utilizarem o Cruzeiro do Sul, por exemplo, para mostrar a localização dos pontos cardeais, conseguem fazer com que o aluno aprenda a se localizar, encontrando a “região” destes pontos, mas não a encontrar os pontos cardeais exatos. Inclusive, a utilização dessa constelação apresenta informações limitadas ou incompletas (PAULA; OLIVEIRA, 2002, apud LANGHI 2007), uma vez que dependendo da época do ano, não é possível enxergá-la devido a proximidade do horizonte. Fato parecido ocorre com a estrela polar, que é algumas vezes utilizada como referência do pólo norte celeste. Esta estrela é visualizada no hemisfério norte, o que implica que a maior parte do país não consegue vê-la.

6. A Pesquisa

Como universo de pesquisa, utilizou-se alguns professores de Física do Ensino Médio da região de Maringá – PR, constituindo um grupo de 17 professores.

A razão dessa escolha se deu pelo objetivo desta pesquisa, que consiste em investigar quais os conhecimentos básicos os professores de Física do Ensino Médio possuem em Astronomia e se os mesmos possuem concepções alternativas neste tema. Caso a resposta seja sim, deseja-se relacionar tais concepções com os erros mais comuns encontrados em livros didáticos bem como as concepções alternativas já existentes registradas em alunos.

Como instrumento para construção dos dados, utilizou-se um questionário contendo questões básicas de Astronomia envolvendo as Estações do Ano, Eclipses, características do Sistema Solar, movimentos da Terra, posição relativa entre os astros, existência dos fusos horários e aspectos gerais da Lua e do Sol.

O questionário constituiu de quinze questões, sendo cinco de múltipla escolha e dez dissertativas. Nas questões de múltipla escolha, apenas uma alternativa era a verdadeira, sendo as demais coincidentes com as visões errôneas mais comuns para aquele tipo de questionamento. A maior parte das questões e suas alternativas de respostas foram criadas com base nas concepções alternativas registradas pelos trabalhos de (ANDRADE et. al, 2009), (LANGHI, 2004), (VOSNIADOU, S., & SKOPELITI, 2005). Algumas questões foram elaboradas com base nas Olimpíadas Brasileira de Astronomia, fase 1 e 2.

Nas cinco primeiras questões, a fim de identificar as respostas dos professores que não eram chutes, mas conscientes, decidiu-se por adicionar abaixo das alternativas a opção “respondi com dúvida” e “respondi com certeza”, como Andrade et. al (2009) o faz em uma pesquisa com alunos do curso de formação, na Universidade Federal Rural de Pernambuco – PE. Isso possibilita no caso do professor marcar uma alternativa errada e ao mesmo tempo a opção “respondi com certeza”, identificar que ele possui convicção daquilo que respondeu, podendo assim, inferir a partir disso as concepções alternativas.

7. Resultados e Análise

Após a análise do quantitativo de respostas, buscou-se responder primeiramente às seguintes questões: **Esses professores já lecionaram alguma vez conteúdos relacionados à Astronomia? Esses professores tiveram alguma disciplina na faculdade relacionada à Astronomia em sua formação?**

Dentre os professores participantes da pesquisa, em torno de 41% responderam já ter lecionado algum conteúdo relacionado à Astronomia, embora apenas 6% deles afirmaram ter alguma disciplina relacionada à Astronomia na faculdade.

É diante desta realidade que se questiona se os professores de Física estão preparados para lecionar conteúdos relacionados à Astronomia, muito embora esta ciência esteja tão próxima da Física, ela raramente é ensinada nos cursos de graduação. O professor de Física para ensinar tal conteúdo necessita buscar fontes alternativas da mesma forma que o professor de Pedagogia, o faz. Ambos não receberam em seus cursos de graduação uma formação que os capacite ao ensino de Astronomia.

Para tentar responder as próximas questões em que essa pesquisa se fundamentou, será feita a análise de cada questão separadamente.

7.1 Questões de múltipla escolha

7.1.1 Questão 01

O motivo pelo qual podemos usar as estrelas para nos orientar geograficamente é:			
a) Elas são eternamente fixas			
b) Devido à enorme distância da Terra, sua alteração da posição angular em relação a nós é muito pequena			
c) Por estarem relativamente próximas à Terra, são consideradas um bom meio de orientação			
Acertou com certeza	Acertou com dúvida	Errou com certeza	Errou com dúvida
41%	47%	0%	12%

Quadro 05: Índice de acertos e erros referentes à questão 1.

Na primeira questão objetivou-se identificar o conhecimento dos professores sobre a distância das estrelas em relação a Terra. Essa distância, por ser relativamente muito grande, permite-nos usar esses astros como pontos de referência sob os quais podemos nos orientar. No entanto, é comum a idéia de que as estrelas estão imóveis (LANGHI, 2004), uma vez que sua paralaxe implica numa alteração do movimento angular em relação a nós muito pequena, constituindo num evento que, para ser observado, necessita de um tempo maior de observação, bem como uma atenção especial. Porém, tendo consciência dos movimentos da Terra no Sistema Solar, e deste, por sua vez, na galáxia, torna-se altamente implausível pensar que objetos tão distantes não se moveriam em relação a nós. Obviamente, por estarem tão distantes, este movimento torna-se mais difícil de ser detectado.

A grade maioria dos professores respondeu acertadamente, sendo que os únicos que erraram, marcaram a alternativa que enfatizava a concepção alternativa de que as estrelas são fixas, porém a responderam com dúvida. E nenhum dos professores errou “com certeza”.

Apesar de quase metade dos acertos estarem acompanhados com “respondi com dúvida”, os professores mostraram conhecer este conceito de que as estrelas aparentam estar fixas devido a sua paralaxe.

7.1.2. Questão 02

O famoso “lado escuro da Lua” recebe este nome, pois:			
a) A Lua possui um lado que não é atingido pela luz solar, ficando assim, sempre escuro;			
b) A Lua possui um lado que está sempre virado para a Terra, enquanto o outro, nunca é observado, recebendo então este nome;			
c) Em uma das faces da Lua existe uma grande quantidade de mistérios ainda não desvendados pelos cientistas			
Acertou com certeza	Acertou com dúvida	Errou com certeza	Errou com dúvida
41%	18%	6%	35%

Quadro 06: Índice de acertos e erros referentes à questão 2.

Esta questão buscou investigar se os professores tinham conhecimento de que a Lua possui um lado que nunca é visto da Terra, conhecido como “lado escuro” ou “lado oculto”, e o porquê de receber este nome.

A face oculta da Lua é a parte do satélite que não podemos visualizar da Terra, pelo fato de que o movimento orbital da Lua ser sincronizado com seu movimento de rotação, isto é, um dia na Lua equivale a 27 dias terrestres. No entanto, esta face oculta da Lua não corresponde exatamente a 50% do astro, mas menos. Da superfície terrestre pode-se avistar mais do que a metade, devido ao movimento de libração, da Lua, que nada mais é do que uma oscilação no seu eixo rotacional.

Mais da metade dos professores acertaram a questão, e em sua maioria, respondendo com certeza. Isso mostra que estes professores possuem conhecimento acerca do que é o fenômeno, isto é, que a Lua possui uma face “oculta” pelo fato de que nós aqui da Terra não conseguimos enxergar tal face.

7.1.3. Questão 03

Sobre a Lua, assinale a afirmativa que for verdadeira:			
a) A Lua, assim como a Terra, também apresenta um movimento de rotação			
b) A Lua se aproxima da Terra constantemente			
c) A Lua possui quatro fases: cheia, nova, minguante e crescente			
Acertou com certeza	Acertou com dúvida	Errou com certeza	Errou com dúvida
12%	12%	65%	12%

Quadro 07: Índice de acertos e erros referentes à questão 3.

De acordo com Langhi (2004), uma concepção alternativa bastante comum sobre a Lua, remete-se a idéia de que ela não possui o movimento de rotação, sendo então isso a causa de existir o “lado oculto”, pois, uma vez que a Lua não “gira”, terá sempre a mesma face voltada para a Terra.

Na questão três, pedia-se a afirmativa verdadeira sobre a Lua, sendo que a primeira alternativa fazia uma afirmação contrária ao que se acredita, porém verdadeira, de que a Lua rotaciona. Entretanto, apenas 24% marcaram esta alternativa como a verdadeira, em que metade respondeu com dúvida e a outra metade com certeza.

Outra concepção investigada nesta mesma questão tratou da velha idéia que se tem de que a Lua possui quatro fases, cuja alternativa afirmava: “*A Lua possui quatro fases: cheia, nova, minguante e crescente*”.

O filósofo grego Aristóteles (384 - 322 a.C.) registrou a explicação correta de o porquê existir as fases da Lua: o fato de ela não ser um corpo luminoso, mas um corpo iluminado pela luz do Sol.

A face iluminada da Lua é aquela que está voltada para o Sol. A fase da lua representa o quanto dessa face iluminada pelo Sol está voltada também para a Terra. Durante metade do ciclo essa porção está aumentando (lua crescente) e durante a outra metade ela está diminuindo (lua minguante). Tradicionalmente apenas as quatro fases mais características do ciclo - Lua Nova, Quarto-Crescente, Lua Cheia e Quarto-Minguante - recebem nomes, mas a porção que vemos iluminada da Lua, que é a sua fase, varia de dia para dia. Isto, a rigor, significa que a Lua possui infinitas fases. Por essa razão, os astrônomos definem a fase da Lua em termos de número de dias decorridos desde a Lua Nova (de 0 a 29,5) e em termos de fração iluminada da face visível (0% a 100%).

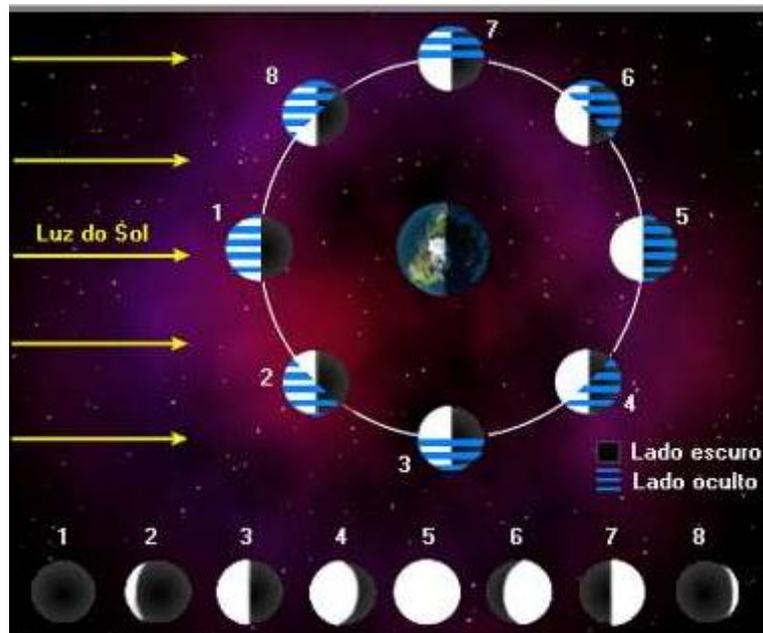


Figura 4: Modelo simplificado das fases lunares.⁴

⁴ Fonte: Fonte: <http://www.zenite.nu/>

7.1.4. Questão 04

Sobre o Sol está correto afirmar:

- a) **Para qualquer pessoa posicionada no planeta entre os Trópicos de Câncer (Hemisfério Norte) e o Trópico de Capricórnio (Hemisfério Sul), haverá somente 2 dias no ano em que o Sol estará exatamente sobre sua cabeça ao meio dia local.**
- b) Em qualquer lugar do planeta e em qualquer época do ano, ao meio dia local, o Sol sempre estará em cima de nossas cabeças.
- c) Em qualquer lugar do planeta e em qualquer época do ano, ao meio dia local, o Sol nunca estará sobre nossas cabeças.

Acertou com certeza	Acertou com dúvida	Errou com certeza	Errou com dúvida
65%	12%	18%	6%

Quadro 08: Índice de acertos e erros referentes à questão 4.

A quarta questão tratou da idéia que se tem sobre o movimento o Sol. De acordo com (LANGHI, 2004) é comum a idéia de que o Sol está a pino ao meio-dia, independente do lugar no planeta e também da época do ano. Esta mesma concepção foi apontada em um estudo de Jones et. al (1987).

Aproximadamente um terço dos professores pesquisados errou essa questão, em que pouco menos da metade dos erros se referiram a alternativa que indicava que o Sol está a pino em qualquer lugar da Terra em qualquer época do ano ao meio-dia local.

Esta confirmação de que os professores de Física participantes da pesquisa compartilham dessa concepção alternativa, também registrada em outros docentes e em alunos, como nos trabalhos já citados, aponta um desconhecimento com respeito aos conceitos de solstício e equinócio.

O solstício é definido como o momento em que o Sol, durante seu movimento aparente na esfera celeste, atinge maior declinação em latitude, medida a partir da linha do equador. Os solstícios acontecem duas vezes por ano, sendo que o dia e a hora exata variam de ano para ano. Quando ocorre no verão, significa que a duração do dia é a mais longa do ano. Analogamente, quando ocorre no inverno, a noite é a mais longa do ano.

O equinócio é definido como o instante em que o Sol, em sua órbita aparente, como vista da Terra, cruza o plano do equador celeste (a linha do equador terrestre projetada na esfera celeste). Mais precisamente é o ponto no qual a eclíptica cruza o equador celeste.

Somente na região tropical o Sol pode ficar a pino ao meio-dia (solar). Entre os trópicos isto acontece duas vezes por ano, e os dias correspondentes são determinados pela latitude do lugar. Para um local no equador terrestre, o Sol cruza a pino o meridiano local nos dias dos equinócios. Já para os locais situados exatamente sobre um dos trópicos, o Sol cruza a pino somente uma vez, no solstício de verão. Os trópicos de Capricórnio e Câncer são nomeados desta maneira porque durante os solstícios, na antiguidade, o Sol se encontrava na direção dessas constelações zodiacais.

7.1.5. Questão 05

Qual dos astros abaixo está mais distante da Terra?			
a) Sol			
b) Netuno			
c) Júpiter			
d) Saturno			
Acertou com certeza	Acertou com dúvida	Errou com certeza	Errou com dúvida
18%	18%	53%	12%

Quadro 09: Índice de acertos e erros referentes à questão 5.

Nesta questão tratou-se da posição relativa entre os astros, em que se objetivava conhecer a noção dos professores com respeito às distâncias dos objetos do Sistema Solar.

O resultado obtido surpreendeu com o elevado índice de respostas erradas marcadas com certeza. Esperava-se que houvesse algumas respostas marcando o Sol como o Astro mais distante da Terra entre os citados, devido a falta de informação que se tem a respeito das escalas de distância do Sistema Solar, inclusive nos livros didáticos. No entanto, além do Sol, foi marcada, aliada com a opção “com certeza”, a alternativa que indicava o planeta Saturno como aquele mais distante do nosso planeta correspondendo em torno de 40% das respostas erradas, sendo os outros 60% referentes a alternativa que indicava o Sol.

Esta questão revelou o desconhecimento por boa parte dos professores a respeito de uma questão simples, em que para acertá-la, bastava conhecer a “ordem” dos planetas no Sistema Solar, sendo ela: Mercúrio, Vênus, Marte, Terra, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Como agora Plutão não é mais considerado um planeta, Netuno é o mais afastado do Sol, e conseqüentemente, do planeta Terra também, estando há 29,06 UA de distância. O Sol, por sua vez, encontra-se apenas há aproximadamente 150 milhões de quilômetros da Terra, definido como 1 UA.

Esse elevado índice de erros se dá, provavelmente, pela precária informação dos livros a respeito da escala de distância entre os astros do Sistema Solar. A única coisa que parece ser enfatizada na maioria dos livros, é a ordem dos planetas em relação à sua distância com o Sol, sendo Mercúrio o mais próximo, depois Vênus, Marte, Terra, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

7.2. Questões dissertativas

7.2.1. Questão 06

Explique o motivo pelo qual a Lua apresenta uma quantidade tão grande de crateras em comparação com a Terra.			
Acertou	Acertou parcialmente	Errou	Deixou em branco
0%	47%	41%	12%

Quadro 10: Índice de acertos e erros referentes à questão 6.

Esta questão exigia por parte dos professores, apesar da simplicidade, exigia um conhecimento um pouco mais técnico a respeito da Lua. A maior parte das respostas foi parcialmente correta, devido ao fato de mencionar, de alguma forma a atmosfera lunar como solução à questão. No entanto, boa parte dos professores respondeu que a “ausência” de atmosfera era o fator responsável, o que ocorria devido ao fato de, por não existir, não desintegrar ou frear os corpos que colidem com a Lua. Porém, essa afirmação no que se refere a ausência da atmosfera, está errada, pois ela existe, mas é muito tênue. Ainda assim, apesar de relevante, este não é o fator principal.

O fato de a Lua apresentar um número razoavelmente grande de crateras em comparação com a Terra não decorre do fato de que ela sofreu mais colisões do que o nosso planeta. A Terra certamente, ao longo de sua existência, chocou-se com muito mais corpos do que a Lua, mesmo possuindo uma atmosfera para freá-los e desintegrá-los em sua rota de colisão. Esse maior número de colisões se dá pelo fato de ela ser maior em volume e possuir uma massa consideravelmente superior à da Lua, servindo como um “escudo” ao satélite. O mesmo faz Júpiter com o nosso e demais planetas, algo inclusive que é usado para fundamentar o sucesso da vida na Terra, como é relatado por Ward e Brownlee (2000), em sua hipótese da Terra rara, da Astrobiologia. O que de fato acontece é que todos os corpos que se chocaram com a Lua, deixaram suas cicatrizes de forma permanente, uma vez que, com uma atmosfera praticamente desprezível, a Lua não “tapou” essas marcas. Diferente ocorre com a Terra, onde sua atmosfera molda constantemente o solo.

Esta noção de que a atmosfera terrestre nos impede de visualizar boa parte dos choques passados de nosso planeta e, ao mesmo tempo, faz com que vejamos as marcas da Lua, não foi respondida por nenhum professor.

A única resposta errada que apareceu mais de uma vez, dizia que a Lua possui um número maior de crateras pelo fato de ser menor, possuindo então uma densidade maior de crateras. O erro deste raciocínio é evidente, uma vez que se pensarmos de forma simplificada que os objetos que se chocam com a Lua e a Terra têm um espaçamento homogêneo, independente do tamanho do astro, a densidade é a mesma pois quanto menor é o astro, menos corpos irão atingi-lo, e o oposto para quanto maior for o astro. A densidade é justamente o que não se altera.

7.2.2. Questão 07

Caso os seres humanos vivessem na Lua, conseguiriam enxergar a Terra? Se isso fosse possível, a Terra mudaria sua aparência assim como ocorre com a Lua? Justifique			
Acertou	Acertou parcialmente	Errou	Deixou em branco
47%	29%	18%	6%

Quadro 11: Índice de acertos e erros referentes à questão 7.

Todos os professores que responderam esta questão acertaram a primeira pergunta, respondendo que sim, seríamos capazes de enxergar a Terra. No entanto, alguns ao responderem a segunda pergunta, afirmaram que veríamos as fases da Terra pelo fato de que a Lua, em relação a Terra, encontra-se sempre no mesmo lugar. Outros justificaram a visão das fases com o movimento de rotação ou revolução da Terra (este último refere-se ao movimento em torno do centro da galáxia). Outra parte disse não saber responder a respeito da aparência da Terra.

Esta questão buscou apenas investigar se os professores têm a noção de que os diferentes aspectos apresentados pela Lua, vistos da Terra, decorre do movimento relativo entre a Terra, o Sol e a Lua, onde a luz refletida pela Lua provém do Sol, e é recebida pela Terra de forma diferente ao longo do percurso do satélite em sua órbita. A questão 13 dá continuidade à investigação da compreensão dos professores sobre como exatamente é o processo de mudança da aparência da Lua.

7.2.3. Questão 08

Você sabe indicar outros movimentos que o planeta Terra executa, além da rotação e translação em torno do Sol?			
Acertou	Acertou parcialmente	Errou	Deixou em branco
29%	18%	24%	29%

Quadro 12: Índice de acertos e erros referentes à questão 8.

Esta pergunta foi a que apresentou o maior índice de questões em branco, o que certamente mostra o desconhecimento dos professores em relação aos movimentos terrestres. Aliado às questões em branco, as respostas dadas com um simples “não”, remetem-se a quase todas as questões marcadas como erradas (24%). Dessa forma, conclui-se que 53% dos professores investigados desconhecem outros movimentos da Terra que não sejam os de rotação e translação. Isso pode ser explicado pelo fato de que os livros didáticos quase nunca falam dos movimentos executados pela Terra além da rotação e translação (TREVISAN, 1997). No entanto, ainda que desconheçam nomes ou como especificamente acontecem tais movimentos, bastaria saber que a Terra, como astro integrante do Sistema Solar, sistema este que está em constante movimento na galáxia, movimenta-se junto com o Sistema, o que já se define como um movimento a mais executado. Esta resposta consistiu metade das respostas corretas, e a outra metade, referiu-se ao movimento de precessão.

Porém, nenhum professor respondeu algum outro movimento que o nosso planeta executa, num total de cinco movimentos principais, sendo que alguns destes são divididos em outras dezenas de movimentos. Estes cinco movimentos são: rotação, translação, nutação, revolução e precessão dos equinócios.

7.2.4. Questão 09

Explique por que existem diferentes estações do ano.			
Acertou	Acertou parcialmente	Errou	Deixou em branco
18%	12%	53%	18%

Quadro 13: Índice de acertos e erros referentes à questão 9.

Pouco mais da metade dos professores errou esta questão, ao mesmo tempo em que um número significativo a deixou em branco. Tratava-se simplesmente de explicar por que existem diferentes estações do ano. Todas as questões erradas referiam-se à excentricidade da órbita terrestre, que por ser uma elipse, no periélio, posição mais próxima do Sol, ocorria o verão, no afélio, posição mais afastada do Sol, ocorria o inverno, e as posições intermediárias, as demais estações. Apesar de esta concepção alternativa ser bastante difundida e há tempos relatada por pessoas de todas as idades, ela possui uma inconsistência lógica, que não requer conhecimento algum acerca das características da órbita terrestre, que é muito próxima de uma circunferência (excentricidade de 0,017). Simplesmente o fato de enquanto é verão no hemisfério norte, por exemplo, é inverno no hemisfério sul, o que faz cair por Terra este pensamento. Este fato é o que mais impressiona passar despercebido pelos professores investigados, que certamente, para possuírem tal concepção, não se questionaram como o faz o personagem Joãozinho, na crônica “Joãozinho da Maré”, em que um garoto humilde questiona sua professora de física a esse respeito, uma crença que ela nunca parou para refletir, apenas repassou aquilo que havia aprendido. Na história, a professora após ser contestada pelo aluno, reflete mais tarde em sua casa:

“Os argumentos de Joãozinho foram tão claros e ingênuos. Se o inverno e o verão fossem provocados pelo o maior ou menor afastamento da Terra em relação ao Sol deveria ser inverno ou verão em toda a terra. Eu sempre soube que enquanto é inverno em um hemisfério é verão no outro. Então o Joãozinho tem mesmo razão. Não pode ser essa a causa de calor ou frio na Terra. Também é absolutamente claro e lógico que se a Terra se aproxima e se afasta do Sol, este deveria mudar de tamanho aparente. Deveria ser maior quando mais próximo e menor quando mais distante. Como eu não havia pensado nisso antes? Como posso eu ter "aprendido" coisas tão evidentemente erradas? Como nunca me ocorreu sequer alguma dúvida sobre isso? Como posso eu estar durante tantos anos "ensinando" uma coisa que eu julgava Ciência, e que de repente pôde ser totalmente demolida pelo raciocínio ingênuo de um garoto, sem nenhum outro conhecimento científico?” (CANIATO, 1997).

Esta história além de mostrar problemas bastante comuns no ensino de alguns conceitos faz com que refletimos a respeito de como o ensino é transmitido, dentre outros sérios problemas educacionais.

Infelizmente, professores como os do Joãozinho da história, são muito comuns, resultando numa idéia errônea que é constantemente propagada, ao longo da vida deste professor, por centenas, e talvez milhares de alunos.

7.2.5. Questão 10

Qual a diferença entre cometa e asteróide?			
Acertou	Acertou parcialmente	Errou	Deixou em branco
6%	18%	70%	6%

Quadro 14: Índice de acertos e erros referentes à questão 10.

A décima questão, diferente da maioria das questões que compõem o questionário, para ser respondida requeria que o professor tivesse um conhecimento mais aprofundado em respeito aos corpos que compõem o Sistema Solar. Muito embora para saber diferenciar esses dois corpos, basta apenas entender o que eles são, este tipo de informação raramente é fornecido pelos livros didáticos.

Cometas são objetos congelados compostos de gás e poeira que orbitam o Sistema Solar. Um cometa é constituído de um núcleo (sólido, gelo congelado, gás e poeira), uma coma gasosa (vapor de água, CO₂ e outros gases) e uma cauda (gases ionizados e poeira). Sua longa cauda de gás e poeira sempre aponta para fora a partir do Sol por causa da força do vento solar. A cauda desses corpos pode ter até 250 milhões de km de comprimento e é a maior parte do que nós vemos. Apenas conseguimos visualizar os cometas quando eles estão perto do Sol em suas órbitas, que são extremamente excêntricas. Os cometas podem ser de curto período, possivelmente tendo sua origem no cinturão de Edgewood-Kuiper, e de longo período, provavelmente originários da Nuvem de Oort.

Os asteróides, também chamados de planetóides, são objetos rochosos, de tamanho médio, isto é, possuem menos de mil quilômetros de diâmetro, e estão, assim como os cometas em órbita em torno do Sol. O tamanho destes corpos varia muito, desde algumas dezenas de metros a várias centenas de quilômetros. Eles são, portanto, menores do que um planeta e maiores do que um meteoróide. A maioria dos asteróides em nosso Sistema Solar está em órbita na região conhecida como Cinturão de Asteróides, que se situa entre as órbitas dos planetas Marte e Júpiter. Acredita-se, atualmente, que os asteróides sejam resíduos da formação dos planetas.

Apenas 6% das respostas foram certas, e o índice de erros foi o segundo maior do questionário, constituindo em 70% de respostas erradas. Algumas explicações interessantes foram dadas para os asteróides, na maior parte das questões, e em duas, usou tais argumentos para o cometa, de forma contrária. Nesta explicação, dentre algumas outras características que diferenciava tais corpos, disseram que um deles não estava preso a nenhum campo gravitacional.

Outra concepção alternativa surgida nessa questão, encontrada por acaso, pois não se esperava algo do tipo, foi em relação ao campo gravitacional. Ao se distinguir os corpos pelo tamanho, alguns professores disseram que o objeto maior (ora o cometa, ora o asteróide) “*pode até ter um campo gravitacional...*”.

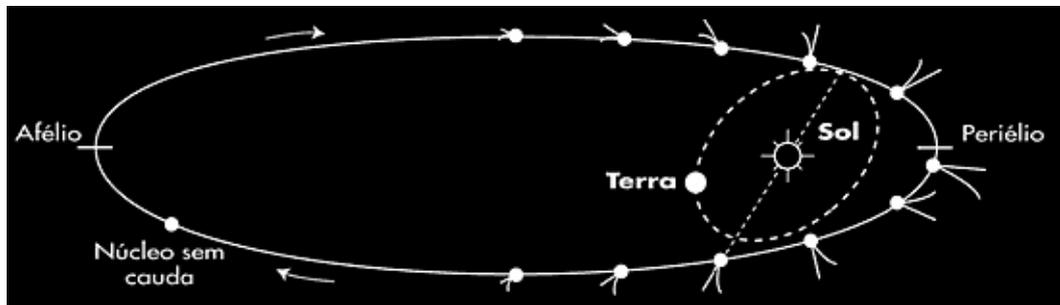


Figura 5: Representação esquemática da órbita de um cometa.⁵

Esta é uma clássica concepção alternativa, que relaciona a extensão do campo gravitacional de um corpo com seu tamanho ou massa. Sabemos que qualquer corpo que possui massa possui campo gravitacional, em que a extensão desse campo, a rigor, se dá até o infinito. Porém, a intensidade diminui com o quadrado da distância.

A concepção alternativa que aponta o campo gravitacional com alcance limitado, dependente da massa ou volume do corpo; como propriedade somente de grandes astros; ou com que se estende somente até onde se exista atmosfera, já foi apontada por um número relativamente grande de trabalhos, como em Nardi (1989), Nardi e Carvalho (1996), Teodoro e Nardi (2001), Panzera e Thomas (1995), Vosniadou e Skopeleti (2005) entre outros.

⁵ Fonte: http://www.das.inpe.br/ciaa/cd/HTML/sistema_solar/3_3_4_2.htm

7.2.6. Questão 11

Por que existem os fusos horários?			
Acertou	Acertou parcialmente	Errou	Deixou em branco
41%	6%	18%	18%

Quadro 15: Índice de acertos e erros referentes à questão 11.

Esta questão surpreendeu por ser uma das mais simples e não conter um dos maiores índices de acerto. Praticamente todas as respostas mostravam que os professores têm o conhecimento de que o movimento de rotação da Terra faz com que o Sol “apareça” em cada região da Terra em momentos diferentes e, conseqüentemente, os relógios não podem marcar o mesmo horário em lugares muito distantes, ao mesmo tempo. No entanto, algumas respostas apontaram o movimento de translação como um dos fatores além do movimento de rotação.

Um fuso horário corresponde a uma faixa de longitude terrestre com 15°(ou 1h) de largura, na qual se adota a hora solar média do seu meridiano central como sendo sua hora única, a hora legal. O meridiano de origem (longitude = 0h) dos fusos horários é aquele que passa pelo Observatório de Greenwich, adotado por questões históricas.

7.2.7. Questão 12

O que é a Via Láctea? Qual sua relação com o Sistema Solar?			
Acertou	Acertou parcialmente	Errou	Deixou em branco
41%	6%	41%	6%

Quadro 16: Índice de acertos e erros referentes à questão 12.

O planeta Terra é um entre os oito planetas que orbita o Sol, constituindo juntamente com outros corpos, o Sistema Solar. O Sol, por sua vez, é uma entre os duzentos bilhões de estrelas que existem aproximadamente na nossa galáxia, a Via Láctea, uma galáxia espiral.

O objetivo desta pergunta era basicamente avaliar se os professores têm noção do que é uma galáxia, a qual galáxia pertencemos e que a Terra nada mais é do que um pequeno planeta orbitando uma dentre bilhões de estrelas componentes de uma entre bilhões de galáxias existentes no universo. A noção de que o universo é muito maior do que o Sistema Solar é algo extremamente novo, algo que só se firmou em 1923, como consequência das pesquisas realizadas por Edwin Hubble.

No entanto, aproximadamente metade dos professores acertou esta pergunta e a outra metade errou. A metade que errou, na maior parte, citou a galáxia como um componente do Sistema Solar, isto é, afirmaram o oposto, que a Via Láctea está contida no Sistema Solar, e não o contrário.

Isto pode ser entendido devido ao fato de nos livros didáticos não se enfatizar o universo em escalas maiores do que o Sistema Solar, mas mencionando em boa parte das vezes, que a “faixa leitosa” vista no céu, é a Via Láctea. Realmente, é devido a esta faixa que a galáxia recebeu tal nome, no entanto, nosso Sol faz parte deste aglomerado de estrelas e corpos celestes, e vai muito além desta faixa que podemos ver em locais de pouca poluição luminosa.

É importante que o professor tenha noção das dimensões do universo e de quão pequeno é o local que nos situamos nele, pois desprovidos deste conhecimento, passa-se ao aluno a visão do século retrasado, de que todo o universo remete-se basicamente aquilo que podemos enxergar a olho nu. É crucial que se tenha essa noção de tamanho inclusive para o entendimento de questões também abordadas nos livros referentes à Cosmologia, como por exemplo, a principal teoria acerca da origem do universo, a teoria do Big Bang. Sem compreender que o cosmos vai muito além do nosso Sistema Solar, fica impossível uma compreensão do que se sabe sobre

7.2.8. Questão 13

Explique por que ocorrem as diferentes fases da Lua.			
Acertou	Acertou parcialmente	Errou	Deixou em branco
29%	47%	29%	18%

Quadro 17: Índice de acertos e erros referentes à questão 13.

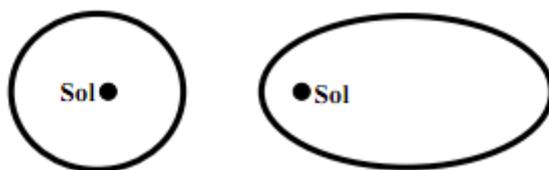
Esta questão, juntamente com a questão 3, que trazia em uma de suas alternativas que a Lua possuía quatro fases, buscou analisar se os professores conhecem o motivo pelo qual a Lua possui diferentes fases, isto é, por que este astro muda seu aspecto constantemente. A maior parte dos professores acertou pelo menos parcialmente a questão, ao responderem, de forma certa, que essa mudança de aspecto da Lua se dá ao movimento relativo entre ela, a Terra e o Sol, o que nos leva a enxergar, ao longo de sua trajetória ao redor da Terra, diferentes porções de sua metade iluminada pela luz solar.

As questões parcialmente certas se referiram à confirmação da concepção errônea de que a Lua possui quatro fases, ou seja, de que ela muda de aparência apenas de quatro formas: Lua Crescente, Nova, Minguante e Cheia, juntamente com a afirmação correta de que ocasiona a mudança de aparência. Esta concepção está relatada em diversos trabalhos, como em Baxter (1989), Osterman e Moreira (1999), Leite (2002), Puzzo (2005) entre tantos outros.

As questões erradas tratam-se daquelas em que os professores não souberam relacionar os tipos de movimentos da Terra ou da Lua que se relacionam com as fases da Lua. Alguns marcaram como a translação da Terra ao redor do Sol.

7.2.9. Questão 14

Johhanes Kepler, em seu livro *Astronomia Nova*, publicado em 1609, entre outras coisas, mostrou que os planetas giram ao redor do Sol em elipses, onde o Sol encontra-se em um dos focos. Abaixo, existem duas elipses. Assinale o desenho que melhor representa a órbita da Terra e comente o porquê de sua escolha.



Acertou	Acertou parcialmente	Errou	Deixou em branco
29%	0%	65%	6%

Quadro 18: Índice de acertos e erros referentes à questão 14.

A questão de número quatorze pedia para que se marcasse a alternativa que melhor representava a órbita terrestre ao redor do Sol, deixado claro, todavia, que ambos os desenhos referem-se à uma elipse, algo que, do ponto de vista matemático, não se fazia necessário, uma vez que uma circunferência é uma elipse re excentricidade nula. No entanto, a maior parte das respostas marcou a elipse com maior excentricidade como aquela que ilustra melhor o movimento de translação terrestre. Em boa parte das repostas, juntamente com esta marcação, houve inclusive o comentário de que isso era o que ocasionava as estações do ano, os momentos em que a Terra se aproximava mais e se afastava mais do Sol: periélio e afélio.

Esta concepção errônea é talvez a mais famosa que se tem a respeito da Astronomia, algo que pode ser visualizado, inclusive, nos comentários deixados pelos professores que acertaram a questão. Todos eles, sem exceção, destacaram que a órbita da Terra é elíptica, no entanto, com uma excentricidade quase nula, aproximando visualmente de uma circunferência. Estes mesmos professores que acertaram esta questão acertaram também, pelo menos parcialmente, a questão que pedia para se explicar as estações do ano. Algo que não se pode explicar pela excentricidade da órbita, mas sabendo-se que a órbita da Terra é quase circular, e conseqüentemente que a variação da distância da Terra com relação ao Sol não é o fator responsável pelas diferentes estações do ano, facilitou para que pudessem encontrar a resposta certa para explicar as diferentes estações.

Esta velha idéia com respeito da excentricidade da órbita terrestre ser elevada, como já foi discutido, é amplamente difundida por professores e livros didáticos (LANGHI, 2004, 2007).

A órbita da Terra possui excentricidade de 0,017, com uma distância média em relação ao Sol de 150 milhões de quilômetros.

7.2.10. Questão 15

Faça um desenho esquemático posicionando corretamente a Terra, a Lua e o Sol em: a) um eclipse solar e; b) um eclipse lunar.			
Acertou	Acertou parcialmente	Errou	Deixou em branco
70%	0%	24%	6%

Quadro 19: Índice de acertos e erros referentes à questão 15.

Sendo o Sol uma fonte de luz extensa, tanto a Terra como a Lua projetam no espaço uma sombra em forma de cone, cuja base é o próprio corpo, e uma penumbra. O cone de sombra localiza-se interno a penumbra. Os eclipses lunares somente ocorrem quando a Lua está na fase cheia, onde ela percorre a penumbra e/ou a sombra da Terra. Já o eclipse total do Sol acontece quando a Lua projeta sobre a superfície da Terra, tanto o seu cone de sombra, como uma zona de penumbra. Da região da superfície da Terra por onde a umbra da Lua passa (cone de sombra), o eclipse é observado realmente como total, e nas regiões do planeta onde passa somente a penumbra, enxerga-se somente o eclipse parcial.

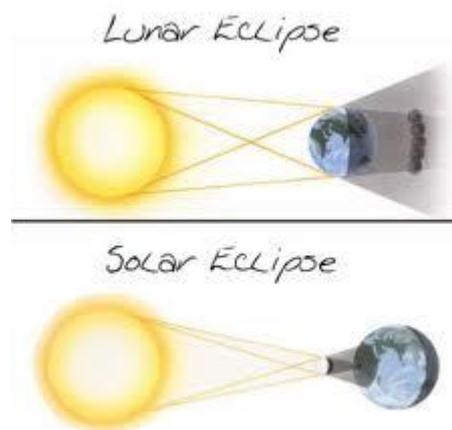


Figura 6: Modelo esquemático representando o eclipse lunar e solar.⁶

Surpreendentemente, esta questão apontou um elevado índice de acertos, diferente do que se tem registrado nas pesquisas com alunos das mais variadas faixas etárias, em que estes, entre tantos erros, situam o Sol entre a Lua e a Terra, para explicar o eclipse lunar (TREVISAN, 1994), (PUZZO, 2005), (LANGHI 2004).

⁶ Fonte: <http://mojan.com/content/solar-lunar-eclipses>

Os erros apresentados constituíram-se, basicamente, em inverter a ordem dos astros no eclipse solar e lunar. No entanto, duas das respostas chamaram à atenção pelo comentário em que se deixava clara a concepção de que o professor tinha de que o eclipse solar poderia ser visto simultaneamente por todo o planeta Terra, ao afirmarem que no eclipse solar, a Lua situava-se entre o Sol e a Terra, impedindo a passagem de toda a luz Solar no planeta. Isso implicaria numa região de sombra em toda a Terra, o que não ocorre, mas sim uma pequena região de sombra e, ao redor, uma região de penumbra, ambas, percorrendo o planeta conforme o movimento de rotação e os movimentos relativos destes astros.

7.3. Desconhecimento de Conceitos, Concepções Alternativas Inferidas e Sua Relação com os Livros Didáticos

Depois de feita a análise das questões, pode-se responder as perguntas iniciais que moldaram a pesquisa:

Quais assuntos relacionados à Astronomia se mostraram mais desconhecidos pelos professores?

Os assuntos mais desconhecidos pelos professores desta pesquisa, foram aqueles que exigiam conhecimento com respeito a alguns aspectos do Sistema Solar, como a distância dos astros em relação à Terra; a diferenciação entre cometa e asteróide; a relação entre a Via Láctea e o Sistema Solar,; juntamente com os assuntos relacionados com a excentricidade da órbita terrestre e o motivo pelo qual ocorrem as estações do ano, em que se acredita que estes dois conceitos estejam relacionados. Além do desconhecimento de que a Lua apresenta um movimento de rotação, em torno de 77%. Na maior parte dessas questões, o índice de erro e questões em branco somou mais de 50% das respostas chegando a até quase 80%.

Quais concepções alternativas referentes à Astronomia podemos inferir ao analisar as respostas destes professores? Parece haver alguma relação entre as concepções apresentadas pelos professores com as concepções alternativas de alunos e os erros conceituais apresentados em livros didáticos?

A utilização da opção “respondi com dúvida” e “respondi com certeza” nas questões de múltipla escolha permitiu com que se identificassem concepções alternativas que os professores possuem sobre alguns aspectos relacionados à Astronomia, diferenciando suas convicções de eventuais chutes, uma vez que as respostas marcadas erradas e ao mesmo tempo, com certeza, revelam que o professor realmente acredita que aquela afirmação é a correta. Ao mesmo tempo, as questões dissertativas, na maior parte das vezes, permitem muitas vezes uma descrição do fenômeno ou explicações adicionais inseridas nas respostas, facilitando a percepção de tais concepções.

A fim de ilustrar melhor tudo aquilo que foi encontrado na análise das respostas, pode-se alistar as concepções alternativas encontradas nesta pesquisa:

- A Lua possui quatro fases: cheia, nova, minguante e crescente;
- As fases da Lua ocorrem em decorrência ao movimento de translação da Terra;
- O Sol está a pino ao meio-dia local em qualquer parte do planeta Terra e em qualquer época do ano;
- O Sol está mais distante da Terra do que Saturno e Netuno;
- Saturno está mais distante da Terra do que Netuno;
- Asteróides são corpos celestes “perdidos” no espaço, isto é, não orbitam nenhum outro corpo;
- Cometas são feitos totalmente de gelo, consistindo em corpos muito pequenos em relação aos asteróides;
- Somente corpos com elevada massa e volume apresentam campo gravitacional;
- A Via Láctea constitui num conjunto de estrelas situada no Sistema Solar;
- As estações do ano ocorrem devido ao fato de a Terra variar sua distância ao longo de sua órbita ao redor do Sol, e sendo assim, o ápice do verão se dá no periélio e do inverno, no afélio;
- A órbita da Terra em torno do Sol constitui numa elipse de excentricidade elevada;
- No eclipse solar a Lua obstrui todos os raios do Sol em direção à Terra.

Boa parte, senão todas estas concepções encontradas relacionam-se de alguma forma com que se encontra nos livros didáticos de ciência, e ambos, com concepções registradas em alunos.

Por exemplo, o problema das dimensões das figuras e a falta de cuidado com as escalas de distância até mesmo no conteúdo dos livros, como já apresentado no capítulo 5, contribui para as concepções alternativas com respeito as distâncias dos planetas e do Sol. Como relatado que Saturno é o planeta mais distante da Terra ou que o Sol está mais distante da Terra do que os outros planetas.

A visão de que o Sol está a pino em qualquer local e época do ano, ao meio-dia local, pode ser interpretada nas figuras e seções dos livros em que se ensina a localizar os pontos cardeais. Alguns livros mostram e afirmam que o Sol sempre nasce no Leste e se põe a Oeste, o que não ocorre. Entretanto, assumindo-se isto como verdade, cria-se a concepção de que, na metade da trajetória, isto é, ao meio-dia, o Sol estará exatamente em cima de nossas cabeças, onde seus raios atingirão a Terra perpendicularmente.

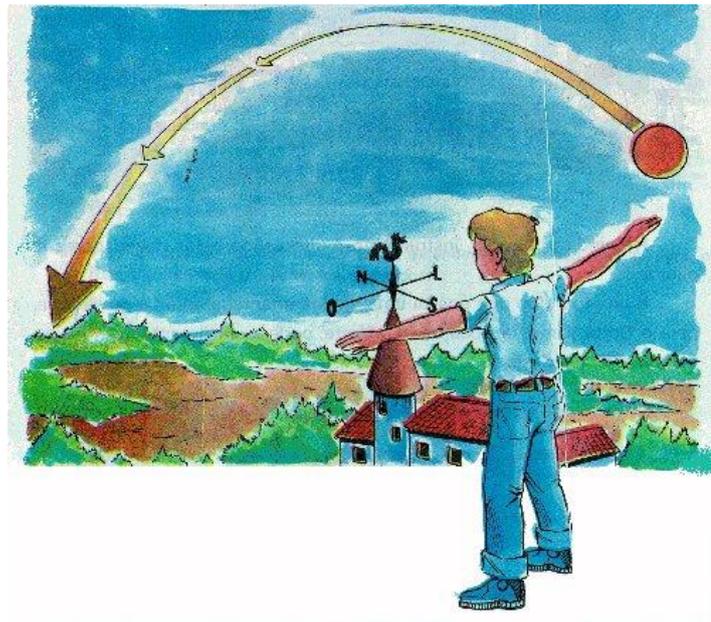


Figura 7: Ilustração de como se localizar os pontos cardeais.⁷

⁷ Ilustração disponível em: Dantas, Maria do Carmo e Barros, Maria Ignez S. Villaça de Souza; *Estudos Sociais, Ciências e Saúde*, 2a. Série, pg. 21, São Paulo, Editora do Brasil, 1983.

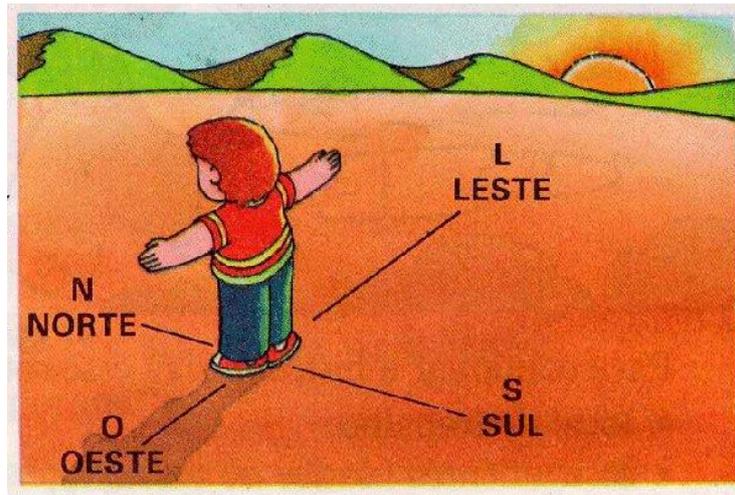


Figura 8: Figura que relaciona o nascer do Sol com os pontos cardeais.⁸

Os livros didáticos geralmente afirmam existir quatro fases lunares, o que certamente está diretamente relacionado com o que os professores acreditam que ocorre, da mesma que acontece com os alunos (TREVISAN, 1997). Tal concepção foi amplamente verificada nesta pesquisa.

A relação que os professores fazem entre a elevada excentricidade da órbita terrestre com as estações do ano, como vemos em (LANGHI, 2004) e discutido no capítulo 5, está presente nos livros didáticos, erro grosseiro fortemente enraizado entre professores de séries iniciais, professores do ensino fundamental e alunos, como apresentado pelas pesquisas: Vosniadou (1987,1989), Andrade (2009) e Nardi (2004).

Em suma, as concepções alternativas que puderam ser inferidas neste trabalho, com respeito aos movimentos Terra-Lua-Sol, às estações do ano, os eclipses e as fases da Lua, foram também relatadas por alunos, nas pesquisas de Baxter (1989), Durant et. al. (1989), Acker e Pecker (1988), Vosniadou (1987, 1989, 1991), Vosniadou e Skopeliti (2007), Andrade (2009).

⁸ Perugine, Erdna e Vallone, Manuela Diogo; *Mundo Mágico: Estudos Sociais, Ciências,-* Programa de Saúde, - Livro 3, pg. 24, São Paulo, Editora Ática SA., 1990.

8. Conclusões

O elevado número de estudos acerca das concepções alternativas permite a pesquisadores da área afirmar, segundo Villani et. al (1982, apud Zylberstajn1983):

Na realidade há um confronto entre a Ciência ensinada (oficial) e a espontânea e sem dúvida o objetivo do ensino é a aprendizagem da oficial; este confronto se realiza muitas vezes de forma pouco harmoniosa e seu resultado não é uma visão conceitual coerente e rica, mas a superposição e justaposição de conceitos de diferentes origens e alcance, que prejudicam qualquer pretensão de aprofundamento teórico do aluno.

A Astronomia, em particular, parece ser uma área com um desafio maior em relação às demais Ciências, uma vez que, além de estar sujeita a todas as dificuldades comumente enfrentadas no processo de ensino-aprendizagem, com destaque para o modo empirista de se ensinar Ciência, dos constantes erros em livros didáticos, e dos diversos meios que propiciam ao aluno buscar suas próprias explicações em desacordo ao conhecimento científico atual, os professores que necessitam ensinar em algum momento assuntos relacionados à Astronomia, e isso inclui pedagogos, geógrafos, físicos e professores de ciências, não possuem em sua formação disciplinas que contemplem os conceitos que necessitarão ensinar.

A Astronomia está presente nas mais variadas etapas do ensino, desde as séries iniciais até os últimos anos do Ensino Médio. No entanto, até mesmo os docentes formados em Física, uma área científica com fortíssima relação com a Astronomia, não se mostram preparados para lecionar assuntos relacionados à ela, uma vez que estes, como se pôde constatar neste trabalho, apresentam as mesmas concepções registradas por docentes das séries iniciais cuja formação é Pedagogia, docentes de Ciências do Ensino Fundamental e alunos das mais diferentes idades, investigados em várias partes do mundo.

Além das concepções detectadas, verificou-se uma grande relação destas com alguns problemas comuns em livros didáticos, o que reforça a idéia de que os livros têm um papel fundamental na concepção do professor acerca dos fenômenos. Certamente, essa relação torna-se ainda mais forte quando o professor, como mostrado neste trabalho, não possui em sua formação nenhuma disciplina ou algo que o tenha preparado para lecionar assuntos relacionados à Astronomia, fazendo com se apegue totalmente aquilo que entrona nos livros didáticos.

Esta pesquisa, muito além de apontar os problemas apresentados pelos docentes com relação aos seus conhecimentos sobre Astronomia básica, é um indicativo da necessidade de se melhorar e modernizar os cursos de formação de professores, principalmente os cursos de Física, Biologia e Pedagogia, para incluir a Astronomia como disciplina regular dos respectivos cursos, buscando fornecer condições para que esses profissionais, quando estiverem em uma situação em que necessitem trabalhar com a Astronomia, possam fazer um bom trabalho.

9. Referências Bibliográficas

ANDRADE, M. et al. *Investigando conhecimentos básicos em Astronomia de professores em formação*. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, 8 de novembro de 2009.

ANDRADE, M; ARAÚJO, A ; NEUBERGE, C . *As Concepções de Alunos do EJA sobre a Lua: Um Estudo Exploratório* . In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2009, Vitória. Anais do XVIII SNEF, 2009.

BARRABÍAN, J. *¿Por qué veranos e inviernos?*, 1995.

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

BISCH, S. M. *Astronomia no Ensino Fundamental: Natureza e Conteúdo do Conhecimento de Estudantes e Professores*. Tese de doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1989.

BOCZKO, R. *Erros comumente encontrados nos livros didáticos do ensino fundamental*. In: EXPOASTRO98 ASTRONOMIA: EDUCAÇÃO E CULTURA, 3, Diadema, 1998. Anais...Diadema: SAAD, 1998. 120p. p. 29-34.

CAMINO, N. *Ideas previas y cambio conceptual en Astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna*. Enseñanza de las Ciencias, v.13, n.1, p.81-96, 1995.

CANALLE, J.B.G. *O problema do ensino da Órbita da Terra*. Física na Escola. v.4, n.2. 2003

CANIATO, R.; HAMBURGER, E. W.; CHRISPINO, A. *O que é astronomia*. 7. ed. São Paulo: Brasiliense, 1989, 182p.

DRIVER, R. *Students conceptions and the learning of science*. International Journal of Science Education, v.11, special issue, p.481-490, 1989.

FRANCO, C. *As idéias dos alunos sobre temas científicos: vale a pena levá-las a sério?* Ciência & Ensino, 4, pp.10-17, 1998.

LANGHI, R., *Idéias de Senso Comum em Astronomia*. Texto elaborado com base na apresentação oral de mesmo título no 7º Encontro Nacional de Astronomia (ENAST), em novembro de 2004.

LANGHI, R. *Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental*. Dissertação (Mestrado em Educação).

LANGHI, R., NARDI R. *Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino de Astronomia*. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia RELEA, n. 2, p. 75-92. 2005.

LANGHI, R., NARDI R. *Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 24, n.1: p.87-111, abril, 2007.

LEITE, C. *A Astronomia nos livros didáticos do 1º Grau*. Monografia de fim de curso, São Paulo: Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade São Paulo, 1998.

LEITE, C., BISCH, S. M., HOSOUME, Y. SILVA, J. A. *Representações do Universo em Crianças do 1º Grau*. In: Caderno de Resumos do XII Simpósio Nacional de Ensino de Física. Belo Horizonte: UFMG, 1997.

MILONE, M. C.; *Introdução à Astronomia e Astrofísica*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Ministério da Ciência e Tecnologia. São José dos Campos, Sp, 2003.

NARDI, R.; CARVALHO, A. M. P. *Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra*. Investigações em ensino de ciências, v.1, nº2. Porto Alegre. UFRGS. 1996.

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

PANZERA, A. C.; THOMAZ, S. P. *Fundamentos de astronomia: uma abordagem prática para o ensino fundamental*. Edição experimental. Centro de Ensino de Ciências e Matemática (CECIMIG) e Faculdade de Educação (FaE), UFMG, 1995.

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

QUEIROZ, A. S. B. *Ensino de astronomia nos 1º e 2º ciclos do nível fundamental e na educação de jovens e adultos: exemplos e discussões*. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.

VOSNIADOU, S., & SKOPELITI, I. *Developmental Shifts in Children's Categorizations of the Earth*. In B. G. Bara, L. Barsalou, & M. Bucciarelli (Eds.), *Proceedings of the XXVII Annual Conference of the Cognitive Science Society, Italy*, 2005.

ANEXO - Questionário de Astronomia

Formação acadêmica:

Idade:

Informações gerais:

Já lecionou algum conteúdo relacionado à Astronomia?

Em sua formação, cursou alguma disciplina de Astronomia na faculdade?

Qual é a sua principal fonte de informação com relação à Astronomia?

Questões de múltipla escolha

Assinale abaixo as alternativas que julgar corretas. E utilize a questão “d” para escrever a resposta certa caso não concorde com as demais alternativas:

- 1- O motivo pelo qual podemos usar as estrelas para nos orientar geograficamente é:
- a) Elas são eternamente fixas
 - b) Devido a enorme distância da Terra, sua alteração da posição angular em relação a nós é muito pequena
 - c) Por estarem relativamente próximas à Terra, são consideradas um bom meio de orientação

() respondi com dúvida () respondi com certeza

2) O famoso “lado escuro da Lua” recebe este nome, pois:

- a) A Lua possui um lado que não é atingido pela luz solar, ficando assim, sempre escuro;
- b) A Lua possui um lado que está sempre virado para a Terra, enquanto o outro, nunca é observado, recebendo então este nome;
- c) Em uma das faces da Lua existe uma grande quantidade de mistérios ainda não desvendados pelos cientistas
- d) _____

() respondi com dúvida () respondi com certeza

3) Sobre a Lua, assinale a afirmativa que for verdadeira:

- a) A Lua, assim como a Terra, também apresenta um movimento de rotação
- b) A Lua se aproxima da Terra constantemente
- c) A Lua possui quatro fases: cheia, nova, minguante e crescente
- d) _____

() respondi com dúvida () respondi com certeza

4) Sobre o Sol está correto afirmar:

- a) Para qualquer pessoa posicionada no planeta entre os Trópicos de Câncer (Hemisfério Norte) e o Trópico de Capricórnio (Hemisfério Sul), haverá somente 2 dias no ano em que o Sol estará exatamente sobre sua cabeça ao meio dia local.
- b) Em qualquer lugar do planeta e em qualquer época do ano, ao meio dia local, o Sol sempre estará em cima de nossas cabeças.
- c) Em qualquer lugar do planeta e em qualquer época do ano, ao meio dia local, o Sol nunca estará sobre nossas cabeças.
- d) _____

() respondi com dúvida () respondi com certeza

5) Qual dos astros abaixo está mais distante da Terra?

- a) Sol
- b) Netuno
- c) Júpiter
- d) Saturno

() respondi com dúvida () respondi com certeza

Questões dissertativas

6- Explique o motivo pelo qual a Lua apresenta uma quantidade tão grande de crateras em comparação com a Terra.

7- Caso os seres humanos vivessem na Lua, conseguiriam enxergar a Terra? Se isso fosse possível, a Terra mudaria sua aparência assim como ocorre com a Lua? Justifique

8- Você sabe indicar outros movimentos que o planeta Terra executa, além da rotação e translação em torno do Sol?

9- Explique por que existem diferentes estações do ano.

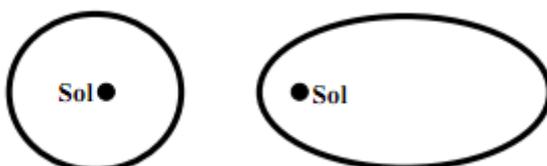
10- Qual a diferença entre cometa e asteróide?

11- Por que existem os fusos horários?

12- O que é a Via Láctea? Qual sua relação com o Sistema Solar?

13- Explique por que ocorrem as diferentes fases da Lua.

14- Johhanes Kepler, em seu livro *Astronomia Nova*, publicado em 1609, entre outras coisas, mostrou que os planetas giram ao redor do Sol em elipses, onde o Sol encontra-se em um dos focos. Abaixo, existem duas elipses. Assinale o desenho que melhor representa a órbita da Terra e comente o porquê de sua escolha.



15- Faça um desenho esquemático posicionando corretamente a Terra, a Lua e o Sol em: a) um eclipse solar e; b) um eclipse lunar.