

Cristina Leite

**FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS EM
ASTRONOMIA: uma proposta com
ênfase na espacialidade**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da USP, nível doutorado, como requisito parcial para obtenção do título de doutora.

Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Orientadora: Profa. Dra. Yassuko Hosoume

São Paulo

2006

Cristina Leite

**FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE CIÊNCIAS EM
ASTRONOMIA: uma proposta com
ênfase na espacialidade**

São Paulo

2006

**aos meus irmãos:
de sangue e de alma,
verdadeiros presentes da vida.**

Agradecimentos

Aos professores de Ciências que participaram desta pesquisa, sem os quais este trabalho não seria possível.

Ao IFUSP e à FEUSP pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos integrantes do grupo de pesquisa da Yá, Eraldo, Ivanilda, Rebeca, Marcelo, Marcos, Ricardo, Wolney e Nádia pelas muitas conversas, apoios, sugestões e leituras deste trabalho.

À Ivanilda, Ricardo, Marcelo e à Naiana pelo essencial apoio nos momentos da execução do curso.

À Yassuko Hosoume pela orientação, pelo carinho e pela amizade.

Ao Lino de Macedo pelo apoio certo, no momento certo.

Aos professores Jorge Carvajal e Filipo, por me mostrarem a beleza da tridimensionalidade do espaço e sua representação.

Aos professores Maria Regina Kawamura e Sérgio Bisch pelas leituras e colaborações essenciais apresentadas no exame de qualificação desta pesquisa.

Aos amigos do 'corredor de ensino' pelas dicas, sugestões e pela agradável convivência. Em especial ao Esdras pelos socorros prestados nas panes da informática.

Ao Ailton pela presteza de seu serviço.

À Heloisa pelo acompanhamento certo, sem o qual esta pesquisa não teria sido possível.

À Renata por tudo e mais um pouco.

À minha família e meus amigos pela paciência e pela constante esperança de que um dia terei mais tempo para eles e para mim.

Resumo

LEITE, C. **Formação do professor de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade.** 274f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2006.

Trata-se do desenvolvimento e da avaliação de um curso de formação continuada no tema da Astronomia, dirigido aos professores de Ciências da escola pública de São Paulo. Cerca de treze atividades foram articuladas, levando-se em consideração o desenvolvimento de elementos da espacialidade, como proporções e mudanças de perspectivas. A principal razão desse enfoque está na grande dificuldade dos professores em relação ao que Piaget chama de ‘centração’ ou ‘não coordenação’ de perspectivas, ou seja, um apego ao ponto de vista único e primeiro, com ausência de articulações entre o que eles vêem e aquilo que estudam. Dessa forma, o embate entre as observações primeiras e, algumas vezes, ingênuas dos professores e o conhecimento científico em questão fizeram parte de todas as atividades do curso. Algumas das atividades do curso são: debates sobre a forma da Terra e dos demais astros, movimentos da Lua e da Terra na explicação dos fenômenos, a construção em escala das dimensões ‘tempo’ e ‘espaço’ no estudo das proporções e da dinâmica de movimento dos planetas no Sistema Solar, visita a um planetário e o estudo de um programa simulador da observação celeste. Também fez parte do curso a discussão sobre o aprendizado dos professores em relação à forma, às proporções e, principalmente, ao estabelecimento de conexões entre o todo e a parte, relativas não apenas aos objetos astronômicos como às relações entre eles através dos fenômenos. Participaram da pesquisa dez professores de Ciências que já tinham ministrado conteúdos de Astronomia no ensino fundamental. Uma construção tridimensional do Universo através de uma maquete, realizada individualmente, foi utilizada como pré-teste. No final do curso, um re-olhar avaliativo de cada professor sobre a sua construção inicial fez parte da avaliação do curso. O material de análise, além dos pré e pós-testes, foram gravações em vídeos das atividades e gravações em áudio das avaliações diárias dos membros da equipe de pesquisadores. Verificamos que os temas que necessitam de mudanças de perspectivas mais freqüentes foram os mais difíceis de serem compreendidos, como as fases da Lua, em que os movimentos tanto da Lua quanto da Terra nos obrigam a rever constantemente suas posições relativas. Os professores relatam em vários momentos que sua percepção em relação à Terra, à Lua, às estações do ano e às proporções do Sistema Solar melhorou muito e que a natureza tridimensional das atividades foi importante para a compreensão da composição espacial dos astros, tornando a concepção destes mais real e dinâmica para eles. Observamos, pela natureza das reflexões dos professores, que este curso ultrapassou a dimensão do conteúdo, possibilitando a eles re-pensarem a sua prática docente ao tomar consciência das habilidades e das dificuldades inerentes ao estudo da Astronomia.

Palavras-chave: Astronomia; espacialidade; ensino; aprendizagem; formação continuada de professores; ensino de ciências.

Abstract

LEITE, C. **Formation of Science teacher in Astronomy: a proposal with focus in three-dimensional space.** 274f. Thesis (Doctorate). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2006.

It is about the development and the evaluation of a course of continuing teaching in the theme of the Astronomy, to the Science teachers of the public school of São Paulo. About thirteen activities were articulated, being taken into account the development of elements of the three-dimensional space, as proportion and perspective changes. The main reason of that focus is the teachers' great difficulty concerning to what Piaget calls *centered* or *no coordination of perspectives*, in other words, an insistence on the only and first point of view, with absence of articulations between what they see and what they study. In that way, the confrontation between the first and, sometimes, naive observations of the teachers and the scientific knowledge was part of all of the course activities. Some of the course activities were: debates about the form of the Earth and the other stars, movements of the Moon and of the Earth for the explanation of the phenomena, the construction in scale of 'time' and 'space' during the study of the proportions and the dynamics of the planets movement in the Solar System, the visitation of a planetarium and the study of a program simulator of the celestial observation. The teachers' learning about the form, the proportion and, mainly, the establishment of connections between the whole and the part, relative not just to the astronomical objects, but also to the relationship among them through the phenomena were also part of the course discussion. Ten teachers of science that have already taught contents of Astronomy in the elementary school participated in the research. The individual construction of a three-dimensional Universe through a maquette was used as pre-test. As part of the course evaluation, each teacher evaluated his/her own initial construction. Video recordings of the activities and audio recordings of the daily evaluations of the members of the researchers' team were also material of analysis. We verified that the themes that need more frequent changes of perspectives were the most difficult of being understood, as the phases of the Moon, in which the movements of the Moon and of the Earth force us to review their relative positions constantly. The teachers tell in several moments that their perception of the Earth, of the Moon, of the seasons and of the proportion of the Solar System got better and that the three-dimensional nature of the activities was important to the comprehension of the spatial composition of the stars, turning this conception more real and dynamic for them. We observed, by the nature of the teachers' reflections, that this course crossed the dimension of the content, making possible for them to reflect about their educational practice when they take conscience of the abilities and the inherent difficulties to the Astronomy study.

Keywords: Astronomy; three-dimensional space; teaching; learning; continuing teaching; science teaching.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1. ESPACIALIDADE	22
1.1 O DESENVOLVIMENTO DA NOÇÃO DE ESPAÇO	30
1.2 A CONSTRUÇÃO CULTURAL DO CONCEITO DE ESPAÇO	38
2. ASTRONOMIA NOS LIVROS DIDÁTICOS E NA FORMAÇÃO DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS: UM PANORAMA	51
2.1 ASTRONOMIA NOS LIVROS DIDÁTICOS	53
2.1.1 Frequência de temas de Astronomia nos livros didáticos	56
2.1.2 Presença e distribuição de temas de Astronomia nos livros didáticos	57
2.1.3 Os livros didáticos e a espacialidade: possibilidades e limitações.....	59
2.2 FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES E ALGUMAS PROPOSTAS DE ASTRONOMIA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL	64
3. FORMAÇÃO CONTINUADA EM ASTRONOMIA: DESENVOLVENDO ASPECTOS DA ESPACIALIDADE	73
3.1 O CONTEXTO DA PROPOSTA	73
3.2 O CURSO	75
3.3 PERFIL DOS PARTICIPANTES DO CURSO	76
3.4 MATERIAL DE ANÁLISE	78
3.5 CONSTRUÇÃO E DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	79
3.5.1 Construção de um modelo tridimensional do Universo	80
3.5.2 Forma e gravidade da Terra	82
3.5.3 Formas, aparências e sombras de objetos	83
3.5.4 Fenômenos: relações entre Sol, Lua e Terra	85
3.5.5 Construção do Sistema Solar em escala.....	90
3.5.6 Planetário & software (skyglobe): um aprofundamento no/do espaço	93
3.5.7 Um re-olhar para a construção do modelo do Universo tridimensional	94
4. CONTANDO & RECONTANDO: O INTERMEZZO	97
4.1 PRIMEIRO DIA: ÊNFASE NA FORMA E NA GRAVIDADE DA TERRA.....	98
4.2 SEGUNDO DIA: ÊNFASE NA FORMA E NA APARÊNCIA E LUA	120
4.3 TERCEIRO DIA: ÊNFASE NOS FENÔMENOS	138
4.4 QUARTO DIA: ÊNFASE NAS PROPORÇÕES.....	153
4.5 ÚLTIMO DIA: ÊNFASE NAS PROPORÇÕES, NA OBSERVAÇÃO E NA AVALIAÇÃO	164
5. ANTES & DEPOIS: O FEEDBACK	169
5.1 TERRA	180
5.2 DIA E NOITE.....	185
5.3 LUA	188
5.4 ECLIPSES.....	197
5.5 ESTAÇÕES DO ANO	202
5.6. PROPORÇÕES	209
6. OLHARES PARA A PROPOSTA: UMA ANÁLISE	218
6.1 O OLHAR DOS PROFESSORES	218
6.2 O NOSSO OLHAR	232
CONSIDERAÇÕES FINAIS	244
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	252
ANEXOS	257

ÍNDICE DE ANEXOS

<u>ANEXO A: QUESTÃO DO ENEM (LUAS DE JÚPITER).....</u>	<u>258</u>
<u>ANEXO B: ÍNDICE DO CURSO VIRTUAL</u>	<u>259</u>
<u>ANEXO C: RELÓGIO LUNAR.....</u>	<u>260</u>
<u>ANEXO D: UM EPISÓDIO NA VIDA DE JOÃOZINHO DA MARÉ</u>	<u>264</u>
<u>ANEXO E: TABELA PARA CONSTRUÇÃO DO SISTEMA SOLAR EM DIFERENTES ESCALAS.....</u>	<u>267</u>
<u>ANEXO F: MAFALDA (“EM CIMA” E “EMBAIXO”).....</u>	<u>268</u>
<u>ANEXO G: GREF - HAGAR (FORMA DA TERRA)</u>	<u>269</u>
<u>ANEXO H: CIÊNCIA HOJE - CICLOS DA NATUREZA.....</u>	<u>270</u>
<u>ANEXO I: MAFALDA (CANAL DA MANCHA).....</u>	<u>271</u>
<u>ANEXO J: QUESTÃO DO ENEM (PESCADOR).....</u>	<u>272</u>
<u>ANEXO L: ATIVIDADE DE FUSO HORÁRIO.....</u>	<u>273</u>
<u>ANEXO M: QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO CURSO</u>	<u>274</u>

...
Tão...
Visível...
Invisível...
É tão invisível...
Tão próximo que é invisível...
Tão grande que é invisível...
Tão longe que é invisível...
Tão belo que é invisível...
Há quanto tempo é visível...
Há tanto tempo é invisível...
Tão belo e tão visível...
Tão longe e tão visível...
Tão grande e tão visível...
Tão próximo e tão visível...
É tão visível...
Invisível...
Visível...
Tão...
...

Cristina Leite

INTRODUÇÃO

Belo, próximo, longe e grande são algumas das palavras e sensações em mim produzidas quando penso nos astros. Estes, algumas vezes visíveis, noutras não. Um visível que é mais que ver com os olhos: um ver que é conhecer e é também sentir. Um ver que vai além das aparências. Um sentir que conhece, um sentir que vê, um conhecer que sente e vê, um vê que conhece, que sente, enfim, um entrelaçamento desses elementos em que a proximidade ou o tamanho do astro pode ou não contribuir para a compreensão do mesmo.

A primeira vez que me deparei com o embate ‘ver, conhecer e sentir’, na Astronomia, eu tinha uns 11 anos. Tenho a lembrança de uma situação que acredito possa ser comum, mas que me marcou bastante, de tal forma a lembrá-la até hoje. Certo dia, meu irmão, mais novo que eu, após uma aula de Ciências na sua escola, chegou em casa muito empolgado com o que havia aprendido naquele dia. Parecia que havia feito uma grande descoberta. Então, em tom desafiante, me questionou: “*duvido que você saiba quem é maior, a Terra ou o Sol*”. Confesso que no momento fiquei intrigada com a questão, não percebendo nada de anormal, achando até simples a resposta de que a Terra fosse muito maior que o Sol, afinal eu **via** assim. No céu o Sol parecia tão pequeno, ao passo que a Terra era tão grandiosa. Grande foi também o susto que tive ao perceber que tudo aquilo que via, na verdade, não era daquele jeito.

Hoje, parece tão natural olhar para esses astros e reconhecê-los em suas dimensões reais, associando-os às suas distâncias relativas, que o espanto aparece quando percebo que este olhar não é nada natural.

Tenho me dedicado, desde 1995, a questões relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem em Astronomia. Inicialmente, realizei uma pesquisa com crianças. Investiguei o modo como elas pensam alguns elementos como a Terra, o Sol, a Lua, as estrelas, as galáxias e fenômenos como o dia e a noite, estações do ano, fases da Lua e eclipses (LEITE et al,1997). Posteriormente, preoquepei-me com o pensamento dos professores de Ciências do ensino fundamental sobre esses elementos e fenômenos (LEITE, 2002). Entre essas duas pesquisas, realizei um estudo sobre a natureza dos conteúdos dos livros de Ciências no tema Astronomia, no ensino fundamental (LEITE, 1998).

Durante os estudos, identificamos vários problemas relacionados tanto ao ensino quanto à aprendizagem. Em relação ao ensino, verificamos que grande parte dos professores que pesquisamos sentia-se insegura para trabalhar esse tema em sala de aula, não apenas pela grande expectativa dos alunos, mas também pela pouca ou nenhuma formação acadêmica desses professores em conteúdos desta natureza.

No que diz respeito à aprendizagem, da análise dos conhecimentos em Astronomia dos professores e das crianças, verificamos grandes dificuldades nas representações das dimensões espaciais e temporais dos elementos astronômicos e, principalmente, nos seus movimentos relativos. Solicitados a representar a Terra, a Lua ou o Sol por objetos concretos como esfera, disco e disco em forma de foice, um número significativo de

professores, no caso da Lua, não utilizou a esfera, preferindo objetos com formato de disco ou de foice. No caso da representação da Terra, mesmo aqueles que a representavam por uma esfera, mostravam a necessidade de achatar os pólos de forma visível, como, por exemplo, utilizando uma esfera de isopor com os pólos planos.

Se, por um lado, essas representações remetem ao livro didático devido sua forte indicação do achatamento dos pólos da Terra¹, por outro, podem ser um indicativo da necessidade de um local plano para a morada do homem. Assim, parece haver um casamento entre um conhecimento apreendido e uma necessidade de adequação espacial.

A mesma necessidade de tornar compatível a informação da Terra redonda, divulgada constantemente através da mídia ou em livros didáticos, com a necessidade de um local plano para manter-se em pé leva os alunos a conceberem a Terra como algo redondo, onde as pessoas moram no plano do equador ou no plano dos pólos achatados. Essa forma de pensar das crianças também já fora evidenciada em trabalhos de Nussbaum e Novak (1976), Mali & Howe (1979), Baxter (1989), Nardi (1989), Bisch (1998), Franco (1998), entre outros.

Um importante artigo, de certa forma precursor, sobre as representações infantis, sobretudo acerca da Terra, foi Nussbaum e Novak (1976). Os autores realizaram pesquisas em Nova Iorque (1976) e em Israel e Nepal (1979) com o objetivo de observar as diferenças sobre as representações da forma da Terra em crianças de diferentes culturas. A

¹ Na maioria dos livros didáticos do ensino fundamental, o achatamento dos pólos é apresentado como umas das características fundamentais da Terra.

partir desse artigo, muitas outras pesquisas dessa natureza se espalharam no tempo e no espaço. Baxter realizou sua pesquisa com crianças e adolescentes na Inglaterra em 1989, Bisch em São Paulo no ano de 1998 e, neste mesmo ano, Franco pesquisou crianças no Rio de Janeiro. Nardi, no ano de 1989, ao pesquisar concepções das crianças sobre noções de campo físico (gravitacional e eletromagnético) chega às mesmas conclusões das pesquisas anteriores acerca da Terra. Percebemos, através destas várias pesquisas, uma grande preocupação com a forma da Terra e suas distintas concepções.

A dificuldade de representação dos elementos da Astronomia não se restringe às suas formas, tampouco estão relacionadas apenas às crianças. Alguns dos pesquisadores citados anteriormente também pesquisaram outras noções relativas ao campo da Astronomia, como fenômenos, e alguns deles ampliaram sua pesquisa para estudantes mais velhos e/ou professores do ensino fundamental I. É o caso de Baxter (1989), Bisch (1998) e Franco (1998). Outros pesquisadores, como De Manuel Barrabían (1995) e Lopéz (1995) pesquisaram outros objetos astronômicos, como modelo Terra-Sol e concepção de Universo (forma, tamanho, componentes, origem e evolução), respectivamente. Em minha dissertação de mestrado (LEITE, 2002) pesquisei concepções dos professores de Ciências do ensino fundamental II de alguns objetos astronômicos como: Terra, Sol, Lua, estrelas, planetas e as relações entre eles através das explicações dos fenômenos dia e noite, estações do ano, fases da Lua e eclipses.

Apesar de vivenciarmos um crescimento relativo às pesquisas de concepções de Astronomia, o mesmo não ocorre no campo da formação do

professor deste tema no ensino fundamental. Poucos são os trabalhos publicados neste tema. As preocupações dos grupos que trabalham em ensino de Astronomia no Brasil estão centradas na inserção deste conteúdo na grade curricular, nos erros de conteúdo dos livros didáticos e na divulgação do tema através de palestras, cursos, visitas a planetários etc. Essa tendência pode ser percebida nos trabalhos apresentados nos Encontros de Ensino de Astronomia dos últimos anos.

Em entrevista à revista *Ciência Hoje* (1994), os astrônomos Silvia Livi, João Batista Canalle, Sérgio Mascarello Bisch e Ruth Helena Trevisan relatam a dificuldade na inserção da Astronomia no ensino fundamental como relacionada ao fraco material didático, com muitos erros conceituais, e ao despreparo dos professores no tema.

Livi enfatiza, nesta entrevista, a questão dos erros dos materiais didáticos e da falta de formação dos professores, enquanto Canalle reforça a existência de poucos astrônomos no Brasil, sendo que boa parte destes tem pouco interesse pelo ensino da Astronomia. Trevisan lamenta o fato da Astronomia ter sido relegada da disciplina de Ciências e passado a ser um mero instrumento da geografia. Já Bisch comenta sua experiência no Espírito Santo afirmando que lá há uma boa receptividade dos cursos de Astronomia e que desde a passagem do cometa Halley em 1986 várias pessoas têm participado de cursos no observatório da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Apesar de poucos, há alguns cursos de Astronomia desenvolvidos especificamente para professores, como é o caso de Nascimento e Hamburger (1994), Bisch (1998), entre outros.

A compreensão dos tamanhos dos objetos astronômicos e das distâncias relativas também tem sido objeto de preocupação de algumas propostas de ensino, como evidenciam alguns cursos de Astronomia² de formação de professores, os quais incorporam atividades de representação de tamanhos de planetas e distâncias entre eles em escalas. Um exemplo comum é considerar o Sol com o tamanho de uma bola de futebol e determinar, em escala, o tamanho de cada um dos planetas do Sistema Solar, identificando objetos do cotidiano que possam representar esses planetas, em tamanho. Um outro exemplo é considerar a distância da Terra ao Sol como sendo de um metro e determinar, em escala, as distâncias de outros planetas do Sistema Solar em relação ao Sol.

Entretanto, propostas dessa natureza levam à formação de uma visão fragmentada, pois analisam partes - ora o enfoque está no tamanho, ora está na distância -, não trabalhando com as duas componentes de forma articulada. Quando muito, essas propostas explicitam os valores sem uma vivência dos significados dessas grandezas. A fragmentação das representações dos tamanhos e das distâncias relativas também vem acompanhada da falta de articulação com os movimentos dos planetas em torno do Sol. Normalmente, os períodos de translação e rotação dos planetas são apresentados como valores relevantes, muitas vezes em tabelas evidenciando as diferenças, mas dificilmente relacionados com suas distâncias relativas ao Sol e seus movimentos específicos.

² Propostas apresentadas nos trabalhos do Sergio Bisch (UFES), nas oficinas do Canalle (UERJ), nos cursos do IAG/USP, da Ruth Helena Trevisan (UEL) e do Luis Carlos Jafelice (UFRN) são alguns exemplos.

Uma representação do Universo na forma plana, restrito ao Sistema Solar, no qual os seus planetas, sem movimentos, estão enfileirados numa linha horizontal, é uma visão bastante comum dos professores de Ciências. A elaboração dessa visão é, em parte, causada pelo estudo da Astronomia através dos livros didáticos, que é um fato bastante freqüente na formação do professor de Ciências. Os meios de comunicação, como jornais e revistas, também reforçam tal visão, pois neles os planetas do Sistema Solar são representados enfileirados na horizontal e não, por exemplo, distribuídos em diferentes pontos de suas trajetórias.

A complexidade da representação de movimentos tridimensionais em figuras planas é elevada, como mostra a questão do ENEM (2000, ANEXO A, p. 258), que apresenta os movimentos das luas de Júpiter através de posições em um dado instante, cuja resposta não levou em consideração a questão da profundidade.

Essa visão do Sistema Solar estático e plano acarreta, implicitamente, dificuldades na explicação dos fenômenos como dia e noite, estações do ano ou eclipses. Para a compreensão dos movimentos relativos é necessário conceber os objetos no espaço, sem direção preferencial, como horizontal ou vertical absoluta³. Para tal construção é necessário ser capaz de imaginar objetos astronômicos no espaço sem um “em cima” ou “embaixo”, ou seja, um espaço diferente daquele de nossa vida cotidiana, onde o “em cima” e “embaixo” absolutos têm sentido no posicionamento das coisas.

³ O conceito de ‘em cima’ (ou ‘embaixo’) absoluto é bastante freqüente e difícil de ser superado (LEITE, 2002; NARDI, 1989).

Como ampliar a compreensão do espaço cosmológico superando a visão de um universo estático e plano? Como compreender que as representações planas desenhadas nos livros didáticos são apenas recortes particulares de um sistema dinâmico e tridimensional? Como construir a visão espacial de objetos astronômicos a partir de visões planas dos objetos? Como aprender a visualizar o todo através das partes e as partes no todo? Compreendemos que respostas à essas questões são pontos de partida para um ensino de Astronomia que procura transcender a visão ingênua de Universo construída apenas com elementos do dia-a-dia.

Um primeiro passo nessa direção é a tomada de consciência de que a compreensão da forma de objeto é bastante complexa, não se tratando apenas da formação de sua imagem na retina do olho acompanhada de uma simples decodificação em nosso cérebro. Essa compreensão, que envolve aspectos de natureza biológica, psicológica e social, é o tema do Capítulo 1, no qual são abordadas questões como o significado de ver, a construção da visão tridimensional através da composição de várias visões bidimensionais e a dificuldade de se compreender formas de objetos astronômicos devido à ordem de grandeza de suas distâncias e seus tamanhos. Um estudo sobre a construção do espaço na criança baseado nas pesquisas do Piaget é parte fundamental desse capítulo.

A aprendizagem de conceitos da Astronomia deve envolver atividades de localização e movimentos no espaço. Entretanto, a quase totalidade dos livros didáticos do ensino fundamental, que tratam desse tema, não propõe situações em que essa dimensionalidade é explorada. São apresentadas apenas figuras que representam configurações de um dado momento, e

muitas vezes até irreais, como o posicionamento enfileirado de todos os planetas do Sistema Solar.

Tentar elaborar uma imagem do Universo baseada em representações apenas bidimensionais, sem as devidas explicações, pode levar à construções mais absurdas, como a constituição cônica do Sistema Solar, onde o Sol ocupa o vértice e os planetas as várias posições da superfície do cone e cujo rebatimento no plano perpendicular ao cone resulta na figura apresentada tradicionalmente nos livros⁴.

Recentemente, devido ao Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), vários autores têm procurado melhorar o ensino de Astronomia, tentando diminuir erros conceituais presentes e, principalmente, melhorando figuras e desenhos que pudessem propiciar erros de interpretação. Entretanto, as mudanças foram apenas na direção do acerto dos conceitos, o que já é positivo, e pouco na direção de uma nova proposição de ensino, que leve em conta as dificuldades das representações espaciais.

Para contextualizar o ensino de Astronomia no ensino fundamental, um panorama dos conteúdos abordados nos livros didáticos, com ênfase nas atividades que envolvem a questão da espacialidade, é apresentado no Capítulo 2. Como complemento, são também analisados os principais cursos de formação continuada em conteúdo de Astronomia, como o do IAG/USP (Instituto Astronômico e Geofísico da USP), da UFES (Universidade Federal do Espírito Santo), da UEL (Universidade Estadual de Londrina) e da UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte) dando destaque às

⁴ Essa forma de conceber o Sistema Solar foi verificada num curso de astronomia para professores de Ciências, no ano de 1996 (BISCH, 1998).

atividades que envolvem elementos propiciadores da construção de uma visão espacial.

Várias atividades propostas nos cursos de formação continuada já estão na direção da construção de uma visão espacial. Entretanto, os movimentos para serem executados nas atividades propostas ainda se restringem ao plano, ou seja, deslocamentos na superfície da Terra. Para compreender movimentos espaciais é necessário realizar experiências em que as três dimensões sejam exploradas.

A questão da espacialidade veio à tona quando fizemos um levantamento das concepções prévias de alunos e professores sobre elementos da Astronomia, utilizando um instrumento que explorava a visão de movimentos e localizações no espaço (LEITE, 1997; BISCH, 1998 e LEITE, 2002). Trata-se de uma metodologia de tomada de dados, na qual os professores representam os objetos astronômicos através de corpos volumétricos e os estruturam espacialmente. Tal representação é feita através de um arranjo experimental, no qual vários objetos que representam elementos astronômicos, principalmente os do Sistema Solar, são colocados em um espaço, através de um fio fixo no teto, de forma a poder executar movimentos em qualquer direção. Esse arranjo construído pelo professor ou aluno é utilizado na discussão dos movimentos de objetos nesse espaço tridimensional.

Vários trabalhos sobre as concepções espontâneas tanto dos alunos como dos professores e sobre elementos e fenômenos da Astronomia são feitos através de respostas a questionários, representações de desenhos e entrevistas baseadas em perguntas e respostas. Em geral, em todos esses

procedimentos metodológicos comparecem apenas descrições e representações bidimensionais. Essa característica de bidimensionalidade das representações do material de análise não possibilita fazer inferências sobre as formas dos objetos astronômicos e a estruturação espacial.

A utilização da representação dos objetos astronômicos através de corpos volumétricos como atividade espacial, além de ter fornecido elementos que evidenciaram o problema da visão espacial, revelou um grande potencial para desenvolvimento de noções espaciais mais profundas.

Qual a potencialidade desse tipo de atividade? E de outras, como aquelas que exploram os tamanhos e as distâncias em escalas? Que outros tipos de atividades podem ser elaborados e qual a potencialidade de cada um deles? Que conjunto de atividades seria ideal para a construção de uma visão mais adequada do Sistema Solar?

Tentando responder essas questões, foi elaborada uma proposta de ensino, constituída de várias atividades, tendo como ponto de partida uma representação espacial de alguns corpos celestes, através de objetos suspensos por fios, e de chegada um re-olhar para esta representação. Elaboramos outras atividades para desenvolver a percepção espacial e, principalmente, mostrar que uma imagem é formada pela composição de diferentes partes do objeto e das diferentes percepções dele. De maneira articulada, algumas atividades que compõem propostas de ensino de Astronomia vigentes foram também utilizadas para compor a nossa proposta de ensino. A descrição de cada uma das atividades está no Capítulo 3.

É preciso sinalizar que verificar e compreender a existência de dificuldades inerentes à percepção do espaço é apenas o primeiro passo em

direção à solução desta questão. O passo seguinte sugere a indicação e/ou a construção de uma proposta de ensino para, se não solucionar, ao menos sinalizar a ingenuidade existente na percepção bidimensional.

A aplicação da proposta num curso de formação continuada, a tomada de dados e o perfil dos participantes do curso também são temas do Capítulo 3. O curso, com suas atividades, seus detalhes e comentários está descrito no Capítulo 4, compondo o *intermezzo* da proposta.

No intuito de verificar e apresentar possíveis mudanças no conhecimento e nas concepções dos professores mediante a passagem pelo curso, compomos o Capítulo 5 utilizando os dados colhidos no início, na construção do modelo de Universo, e os dados do final do curso, no re-olhar para esta construção.

Uma análise das potencialidades das atividades está desenvolvida no Capítulo 6, em que relatamos a avaliação do nosso trabalho feita pelos professores e também uma espécie de auto-avaliação realizada por nós na análise do curso e das atividades.

1. ESPACIALIDADE

“...“las fases de la Luna”, un contenido complejo de enseñar y difícil de aprender debido al alto grado de abstracción de los conceptos y el conocimiento espacial que requiere.” (KRINER, 2004:111).

“Nosso aparelho visual desenvolveu-se para nos permitir coletar e avaliar informações oriundas de fontes remotas. Mas, se nos apoiarmos apenas na estrutura de nossos olhos, não podemos em geral determinar quão distantes essas fontes realmente estão. (...) quando se trata de distância, o olho em geral fornece ao cérebro dados ambíguos e imprecisos. (...) Essa imagem (formada na retina), porém, só contém informações referentes à direção e ao tamanho aparente do objeto. Não contém qualquer informação referente à distância”. (SZAMOSI, 1986:114).

“es fácil mostrar que las coordenadas perceptuales (horizontal y vertical) – que hemos visto ya, está lejos de estar presentes desde el comienzo – se construyen poco a poco hasta alrededor de los 8-9 años y dependen de toda una actividad de comparación y establecimiento de relaciones (entre los objetos considerados y los elementos de referencia) que va mucho más allá de la percepción simplemente receptiva.”. (PIAGET, 1975:168).

“pessoas que vivem em uma sociedade não técnica freqüentemente fracassam em adquirir um conhecimento abstrato do espaço, não porque eles são incapazes disto, mas porque nem sua cultura, nem sua linguagem valorizam os tipos de sistemas simbólicos requeridos para tal representação”. (ELIOT apud VELASCO, 2002:15).

“Observemos apenas que a visão espacial é um fenômeno muito complexo, que envolve a aprendizagem, a memória, os processos de ‘compensação’, as relações com as informações táteis etc. A perspectiva linear clássica, a despeito de seu interesse, não pode ser considerada como dotada de valor absoluto. Ela é cômoda, ela dá uma certa satisfação ao intelecto; mas outros sistemas são possíveis (como a perspectiva dita ‘curva’ ou ‘curvilínea’, cujo princípio é conhecido desde muito tempo)”. (THUILLIER, 1994:83).

“Não conseguimos entender a forma da Terra porque não podemos abraçá-la com o olhar, mas também objetos perfeitamente visíveis, como a Lua e o Sol ou os cometas que atravessam o Sistema Solar, não se deixam conceber facilmente. Trata-se, em si, de coisas visíveis. O limite é cognitivo: são coisas grandes e distantes demais para que nossa mente possa contê-las”. (CASATI, 2001:83).

O nome Astronomia normalmente nos remete à idéia de uma ciência relacionada ao 'espaço' e, então, nomes como planetas, estrelas, luas, satélites artificiais, viagens espaciais etc. vêm rapidamente a nossa mente. A maior parte desses objetos celestes pode ser observada regularmente no céu. No entanto, devido à grande distância, o nosso aparato visual fornece informações imprecisas ou ambíguas (SZAMOSI, 1986), em que os astros parecem todos planos ou pontos.

Não é apenas o nosso aparelho visual que contribui para uma visão espacial. Alguns autores, como Piaget, Robilotta, Pierre Thuillier, entre outros, têm nos chamado a atenção para o caráter de construção da terceira dimensão, a profundidade, e, principalmente, para sua natureza cultural. Este é um olhar importante, já que em nossa experiência cotidiana a noção de espaço tridimensional nos parece bastante intuitiva e natural. É muito comum observar objetos próximos e imaginá-los em três dimensões. O mesmo ocorre em fotografias, desenhos, pinturas etc. E, normalmente, nem nos damos conta de que isso foi aprendido.

Astronomia, nome que nos remete também à grandes escalas, no qual distâncias, tamanhos, tempos e que tais são, usando um jargão que até se tornou popular, astronômicos, existindo inclusive uma unidade específica, a famosa UA, Unidade Astronômica⁵. Diante de tanta grandeza, nos sentimos pequenos e nossos aparelhos visuais também. Assim, a visão, nosso órgão de sentido mais utilizado no contato com o mundo, necessita de ajuda para a identificação de formas, tamanhos e distâncias, mesmo para o

⁵ Uma unidade de distância, aproximadamente igual a distância média entre a Terra e o Sol, valendo 150 milhões de quilômetros.

nosso “quintal”, o Sistema Solar. Afinal, o limite ao qual estamos inseridos, segundo Casati (2001), é cognitivo e não apenas visível.

Conteúdos de Astronomia, normalmente propostos para o Ensino Fundamental, abarcam alguns conceitos como dia e noite, fases da Lua, estações do ano e eclipses, conhecidos como os “fenômenos” na Astronomia escolar, e comumente observados no nosso dia-a-dia. No entanto, nenhum desses “fenômenos” prescinde de um conhecimento espacial tanto da forma dos astros envolvidos quanto da dinâmica de seus movimentos.

Se, de um lado, os conhecimentos espaciais cotidianos nos parecem intuitivos e naturais, por outro esses mesmos conhecimentos tornam-se de difícil aquisição quando as distâncias e os tamanhos são muito diferentes da nossa vivência mais próxima, até pela falta de uso deles. Não é a toa que durante muito tempo a nossa própria casa, a Terra, foi considerada como plana. Apenas quando o homem pode ampliar seus horizontes e caminhar longas jornadas, não apenas físicas, é que o conhecimento sobre a forma do planeta se ampliou.

Olhar para os astros através da nossa janela, o céu, ou mesmo para a Terra e identificar formas, tamanhos e distâncias, através de uma simples mirada é uma tarefa praticamente impossível. Em muitos casos, apenas uma observação sistemática ou um conhecimento a priori pode tornar viável essa tarefa.

O mesmo caráter intuitivo, natural e simples em que “vemos” normalmente os objetos, seja em sua forma, distância ou tamanho, nos deixa esquecer que nem sempre essa tarefa é simples, como no caso da Astronomia. E, então, alunos, professores e as pessoas em geral se esquecem que, em se tratando de grandes ou pequenas escalas, é imprescindível aprender a ver. Esse ver tridimensional não é mais intuitivo e natural. Muito pelo contrário. Ele é bastante complexo, necessitando da nossa atenção e cuidado durante a sua aprendizagem.

Autores como Piaget, Thuillier e Kriner concordam sobre a dificuldade requerida na visão espacial, nos chamando especial atenção para esse aspecto, o qual tomamos o cuidado de apresentá-lo, através de citações, nas páginas iniciais deste capítulo.

Thuillier (1994) enfatiza que a visão espacial é um fenômeno complexo. Piaget (1975) afirma que o sistema de coordenadas, por exemplo, característica de uma visão mais aprofundada do espaço, é ponto culminante do processo de visão espacial e Kriner (2004) explicita claramente a dificuldade inerente na compreensão de assuntos da Astronomia, como as fases da Lua, especialmente pela alta abstração necessária e pelo conhecimento espacial exigido.

Ao longo da nossa trajetória, na tentativa de compreender melhor a questão da espacialidade, pudemos observar discussões nesse âmbito sendo travadas em distintas áreas. Longe de apresentar um estudo aprofundado em forma de revisão bibliográfica sobre a amplitude e a

diversidade do estudo da espacialidade, daremos a seguir apenas um panorama contendo um pouco do nosso percurso sobre o tema, no intuito particular de situar a nossa pesquisa nessa área.

Em nossas buscas bibliográficas no tema específico da espacialidade encontramos afinidades entre algumas áreas como arquitetura, artes plásticas, matemática, psicologia, educação e física.

Há, especialmente na Arquitetura, Artes e Psicologia, algumas intersecções no desenvolvimento do tema da espacialidade. Temas como a questão do olhar, gúestalt, percepção, representação, sensação, entre outros são freqüentes no estudo do espaço nesses campos.

Apenas para citar um exemplo, Arquitetura e Artes se unem em preocupações de natureza representativa. “*A representabilidade do espaço, interpretado tridimensionalmente*”⁶ é o nome de uma disciplina na ECA (Escola de Comunicação e Artes da USP) ministrada por um arquiteto, autor da tese: “*Perspectiva: um modo de representar o espaço*”, defendida na ECA. Uma outra tese, nesta mesma linha, porém defendida na Arquitetura (FAU), intitulada: “*Percepção tridimensional representação bidimensional*”, destaca também elementos da percepção do espaço e sua representação. Questões como a distinção entre o ver tridimensional e o representar, num material que possui natureza bidimensional, como uma folha de papel, por exemplo, se constitui um dos focos observados por alguns estudiosos, no elo arquitetura e artes.

⁶ Disciplina esta que cursei no segundo semestre de 2002, ministrada pelo professor Jorge Carvajal.

A Psicologia, por outro lado, também estabelece laços nesse grupo (Artes e Arquitetura), no estudo da percepção visual. Arnheim, em seu um famoso livro “*Arte y percepción visual*”, realiza um grande trabalho na união dessas áreas. Neste livro, há um capítulo dedicado à questão do espaço, em que elementos como ruptura do plano e profundidade são amplamente discutidos usando o desenho, a pintura e a escultura como objetos de estudo. Dissertações como: “*A disciplina do olhar*”, defendida na Arquitetura, também tange elementos de ligação entre essas áreas, ao analisar o papel da imagem em nossa sociedade.

Quando o assunto é gestalt, há também múltiplas abordagens e elos. A dissertação de mestrado: “*Princípios da gestalt na organização da forma – abordagem bidimensional*”, defendida na FAU, apresenta uma contribuição didática sobre a forma e sua organização, através de exercícios fundamentados nos princípios da gestalt, na tentativa de desenvolver uma análise crítica em percepção visual de imagens.

Elos entre Física, sua História e Arte, no tema ‘espaço’, são encontrados em livros como, “*Tempo & Espaço – as dimensões gêmeas*” e “*De Arquimedes a Einstein – a face oculta da invenção científica*”, nos quais discussões do espaço, sua geometrização através da perspectiva e a história de seu desenvolvimento são travadas baseadas também na produção artística de grandes pintores dos séculos XIV a XVI.

Um outro tipo de união entre Física, Matemática e História da ciência ocorre num belo livro chamado: “*A descoberta das sombras*”. Nele, Casati

(2001), seu autor, mostra a amplitude das conquistas relacionadas às sombras. No campo exclusivo da Astronomia há explicações de diversos fenômenos através das sombras, como: a noite sendo a sombra da/na Terra; as fases da Lua e a conclusão da forma desse nosso satélite natural baseado em suas fases; o eclipse lunar como sombra da Terra; a forma não plana do nosso planeta mostrada pelas diferenças de comprimento das sombras num mesmo dia, ao meio-dia, em diferentes latitudes; o encurtamento e o alongamento da sombra de um solstício ao outro indicando o percurso inclinado, em relação ao das estrelas, do Sol no céu, explicando as estações do ano.

Matemática, Física, Psicologia e Educação estão unidas, por exemplo, através das pesquisas de Piaget. Em livros como: *“Introducción a la epistemologia genética”*, *“O possível e o necessário”*, *“A representação do espaço na criança”*, entre outros, encontramos muitos capítulos dedicados a compreensão da construção do espaço na criança.

Em capítulos como: *“La construcción operatoria del espacio”* há discussões desde o espaço perceptivo (inatismo, empirismo e gestalt), passando pelo espaço sensoriomotor, pela questão do ponto de vista, de medidas e matematização do espaço, de generalizações geométricas, de operações formais até a intuição nas operações espaciais.

Há um livro inteiramente dedicado ao espaço, em que as principais teorias do desenvolvimento da espacialidade na criança do Piaget, como as relações topológicas, o espaço projetivo e a passagem deste ao espaço

euclidiano são intensamente discutidas, estudadas e descritas por Piaget e sua colaboradora Inhelder.

No livro “*O possível e o necessário*”, vol. 1, há um capítulo bastante interessante: “*As formas possíveis de uma realidade parcialmente escondida*” que aborda, diferentemente de outros trabalhos, a imaginação das crianças em relação às formas possíveis de uma realidade parcialmente escondida. Se pensarmos que identificar a forma dos astros quando os observamos no céu é, em parte, imaginar suas formas, as quais também estão parcialmente visíveis, perceberemos um paralelo interessante com a nossa pesquisa.

Ao longo do nosso percurso e pesquisa no ensino de Astronomia, observamos muitas dificuldades envolvidas no processo de compreensão das formas, dos tamanhos e das distâncias de objetos astronômicos. A forma esférica da Lua ou das estrelas ou os tamanhos e distâncias relativos dos planetas do Sistema Solar e até mesmo a forma do planeta que habitamos são alguns exemplos de dificuldades. Ao mesmo tempo, temos observado não apenas a curiosidade das pessoas em relação a temas da Astronomia como a sua presença marcante dentre os conteúdos abordados no ensino fundamental e na mídia em geral. Conteúdos estes que necessitam de conhecimentos espaciais mais elaborados que, por sua vez, colocam em evidência a questão da percepção humana e, com ela, a necessidade de elaboração de estratégias de ensino que propiciem construções mais amplas.

Como se dá o processo de construção das formas de objetos? Como aprendemos que uma bola de futebol é uma esfera e não um disco, um cone, ou um elipsóide se, quando a olhamos⁷, em nossa frente enxergamos apenas a sua projeção em um plano frontal? E quando os tamanhos e as distâncias em relação ao objeto de análise são muito grandes, no que isso muda?

Quais os elementos que nos impedem de ver o espaço astronômico em três dimensões? A natureza da “visão” tridimensional é cultural? Em que isso pode implicar? Qual a relação entre o ver através dos olhos e o ver através da mente? Como construir uma visão espacial em Astronomia?

Questões como estas estiveram presentes durante todo o desenvolvimento desta pesquisa. Compreendemos que a natureza das mesmas é muito ampla e algumas delas permanecem doloridamente ocultadas até hoje. Em meio a tantas sombras, pudemos perceber algumas velas acesas nas leituras de autores como Piaget, Thuillier, Szamosi e Casati. Alguns autores, presentes desde o início, e outros, recém descobertos, mas que juntos nos mostraram um pouco mais sobre a forma e a dimensão de algumas de nossas íntimas questões sobre a espacialidade no ensino de Astronomia, que serão apresentadas a seguir.

1.1 O desenvolvimento da noção de espaço

Um dos elementos principais que nos fez estudar os trabalhos de Piaget sobre o desenvolvimento da noção de espaço foi justamente a

⁷ Considerando uma distância superior a 15m, ou seja, eliminando o efeito da visão binocular. (SZAMOSI, 1986; ALONSO, 1994).

natureza das suas pesquisas. Uma pergunta que permeia os trabalhos do Piaget e que, de certa forma, justifica seu peculiar estudo das/nas crianças é: “*Como um sujeito passa de um estado de menor conhecimento, para um estado de maior conhecimento?*” (PIAGET, 1975:11). Estudar os mecanismos que estariam em jogo e que permitiriam ao indivíduo a passagem do “*não poder*” para o “*poder fazer*” (PIAGET, 1975:12) é justamente o que necessitávamos para, além de melhor compreender o desenvolvimento, no nosso caso, da noção de espaço, também propor e avaliar atividades didáticas para o ensino de Astronomia.

Piaget & Inhelder (1993), na tentativa de mapear o desenvolvimento da noção de espaço na criança, categorizaram as aquisições da natureza espacial de acordo com a presença de aspectos topológicos, projetivos e euclidianos, elementos esses que surgem da própria geometria.

Segundo essas pesquisas, as primeiras intuições espaciais na criança são topológicas. Essas relações são dadas pela percepção imediata na qual os elementos principais envolvidos na leitura do mundo são: relações de vizinhança, separação, ordem, envolvimento e continuidade ou descontinuidade.

As relações de *vizinhança* ou *proximidade* são as mais simples de todas, aprendidas pela percepção e que, com a idade, vão se aprofundando, em vez de se limitarem às relações de proximidade imediata. Essas relações vão evoluindo em diversos graus e em regiões cada vez maiores.

Na seqüência, porém não substituindo a primeira, já que ambas progredem sem a exclusão de uma delas, temos a *separação*, ou seja, dissociação entre os elementos vizinhos. Nesse momento já começa a ocorrer distinção de informações que, pela vizinhança, eram confundidas. Podemos pensar, por exemplo, que “*numa percepção sincrética, como a de um bebê vendo um objeto apoiado contra uma parede à maneira de uma mancha que apenas sobressai àquela, há vizinhança sem separação clara, ao passo que quanto mais a percepção é analítica, mais as relações de separação serão determinadas*”. (PIAGET & INHELDER, 1993:21).

Uma terceira relação ocorre, segundo Piaget, na intersecção dessas duas primeiras, ou seja, entre elementos ao mesmo tempo vizinhos e separados, quando distribuídos em seqüência. É a relação de *ordem* ou *sucessão espacial*, de desenvolvimento bastante precoce e associado também às relações de simetria, elemento fundamental na construção das “boas formas”⁸ ou de formas construídas habitualmente, como um rosto. Um exemplo interessante citado por Piaget é o do bebê no reconhecimento de hábitos através da seqüência de ações: “*a visão de uma porta que é aberta, de uma figura que aparece e de um certo número de movimentos anunciadores da refeição formam uma seqüência de percepções ordenadas tanto no espaço como no tempo, ligadas aos hábitos da sucção*”. (PIAGET & INHELDER, 1993:22).

⁸ Usada na psicologia da Gestalt e conhecida como “lei da boa forma ou pregnância”, que expressa a tendência que cada estrutura possui de se organizar psicologicamente segundo uma forma tão completa e perfeita quanto às condições do momento a permitam. Isso quer dizer que a estrutura psicológica tenderá sempre a ser a melhor possível nas condições dadas. Abrange variações como lei da continuidade, lei da simetria, lei do fechamento e lei do destino comum.

A quarta relação espacial é a da *circunscrição* ou *envoltório*, a qual permite o reconhecimento, no caso de uma dimensão, em uma seqüência ordenada, do elemento que está entre os demais. Exemplificando, é o reconhecimento do B na seqüência ABC ou, em uma superfície de duas dimensões, o reconhecimento, citando um exemplo do próprio Piaget, do nariz em meio ao resto do rosto. E, em três dimensões, normalmente a relação de *circunscrição* é dada pela *interioridade*, como um objeto situado numa caixa fechada. Segundo Piaget, uma evolução mais complexa pode ocorrer, especialmente, em três dimensões.

“é assim que a desapareção parcial de um objeto atrás de um anteparo não provoca de imediato uma percepção adequada (...) para colocar um anel em volta de uma haste rígida o sujeito limita-se a aplicá-la contra a haste, como se o envolvimento fosse resultado diretamente do contato em vez de implicar o ato de enfiar a haste no anel” (PIAGET & INHELDER, 1993:22 e 23).

A relação de *continuidade* compõe a quinta relação espacial dada na percepção elementar e que interfere desde o início de toda a percepção, segundo Piaget, constituindo uma síntese das relações topológicas:

“Enquanto separação intelectual (e não mais perceptiva ou intuitiva) dos pontos vizinhos, as operações de divisão encontram no contínuo sua expressão generalizada e realizam a conciliação entre as relações de vizinhança e de separação. Enquanto preenchendo as vizinhanças de cada ponto, o contínuo permite às operações de ordem e de envolvimento encontrar também sua forma geral aplicável, às linhas, superfícies e espaços a três dimensões, e fornece igualmente um fundamento racional às suas manifestações intuitivas” (PIAGET & INHELDER, 1993:163).

O aparecimento das noções de espaço, segundo Piaget, dá-se de acordo com a seguinte ordem ontogenética: em primeiro lugar, as relações topológicas, depois, as projetivas e, praticamente ao mesmo tempo, as

euclidianas. Piaget acreditava que a formação de operações topológicas constituiria a base para a gênese posterior das operações projetivas e euclidianas.

Elementos para a construção de sistemas de conjunto do espaço, como distâncias, ângulos, medidas e proporções relevantes, só serão conquistados pela criança por volta dos 8 ou 9 anos de idade. Porém, uma visão mais ampla do espaço só será obtida, segundo Piaget, mais tarde (10 anos), quando ocorrer uma descentração do ponto de vista único e próprio, elemento crucial para uma visão espacial mais profunda, em que as mudanças de perspectiva não correspondem, como na visão topológica, à transformações do próprio objeto⁹ mas, sim, a uma mudança de ponto de vista relativo ao sujeito e ao objeto ao mesmo tempo.

A coordenação de diferentes pontos de vista é um fator fundamental na construção do conceito de espaço, relatado amplamente por Piaget & Inhelder (1993). Essa relativização, fruto das relações projetivas, ocorre conjuntamente às relações euclidianas.

“(...) o ‘ponto de vista’ da percepção é sempre egocêntrico, portanto ao mesmo tempo incompleto (isto é, deformante na medida em que permanece incompleto) e, sobretudo, inconsciente de si mesmo. Descobrir a existência do ponto de vista próprio é, ao contrário, situá-lo entre os outros, isto é, diferenciá-lo precisamente dos outros e coordená-lo com eles. Ora, a percepção é essencialmente inapta a preencher essa tarefa, pois tomar consciência do ponto de vista próprio é, de fato, libertar-se dele, e um sistema de operações propriamente ditas, quer dizer, componíveis entre si e reversíveis, é indispensável para esse efeito” (PIAGET & INHELDER, 1993:207).

⁹ As relações do tipo topológicas são essencialmente egocêntricas. As relações percebidas não se dissociam da atividade do sujeito: seja quando há modificação (de imagens, por exemplo) por razões exteriores ou pelo próprio corpo, nesse momento ainda não há elementos para a distinção entre esses eventos.

Piaget acredita que a intuição das formas geométricas só se torna possível graças a crescente consciência que a criança adquire da existência de pontos de vistas e do papel que eles desempenham na modificação da aparência perceptiva dos objetos. Ao reconhecer qualquer alteração de aparência de um objeto de acordo com as mudanças ocorridas na posição da qual o olhamos, a criança passa a perceber a existência de variação de formas aparentes, podendo assim escolher perspectivas para a realização de um desenho, por exemplo, tendo em mente que aquele desenho é apenas um “ponto de vista” do objeto.

“a perspectiva supõe um relacionamento entre o objeto e o ponto de vista próprio, tornado consciente de si mesmo, e que, aqui como em outros lugares, tomar consciência do ponto de vista próprio consiste em diferenciá-lo dos outros e, em conseqüência coordená-los com eles. Pode-se compreender, então, por que uma construção de conjunto é necessário à elaboração das perspectivas, construção que leva a relacionar simultaneamente objetos entre si, segundo um sistema de coordenadas e os pontos de vista entre si, segundo uma coordenação das relações projetivas que correspondem aos diversos observadores possíveis” (PIAGET & INHELDER, 1993).

Essa capacidade de coordenação de diferentes pontos de vistas, ou seja, da relativização do próprio ponto de vista é essencial em Astronomia. Como relacionar a visão que temos da Terra com uma visão a partir do “espaço”? A própria visão heliocêntrica já se torna complexa, visto que não é o ponto de vista primeiro.

Assim, torna-se imprescindível a compreensão da articulação existente entre o ponto de vista local, na superfície da Terra, no qual realizamos nossas observações do céu, e o ponto de vista do “espaço”, de

onde se observaria a Terra vista de fora da mesma e que é comumente utilizado na explicação dos fenômenos mais presentes na mídia¹⁰.

É importante ressaltar que a conquista da coordenação dos pontos de vista também enriquece elementos de natureza tipicamente topológica. Em cima, embaixo, direita, esquerda, frente e trás ganham uma nova dimensão em função da subordinação a um “*ponto de vista*”.

Uma aquisição também importante neste período é a das constâncias da forma e da grandeza, em que se pressupõe uma organização simultânea das relações projetivas e métricas. Há dois exemplos dessa associação descritos por Piaget que consideramos importantes. Um deles relacionado à constância da forma, em que também é possível perceber a constância métrica:

“reconhecer um quadrado, quando visto de perspectiva sob aparência de um losango, é reconstruir a figura vista de frente enquanto ela é, de fato, dada obliquamente – e esta reconstituição implica uma correspondência projetiva entre duas perspectivas distintas – mas é também reconhecer uma figura de lados e ângulos iguais – o que constitui uma correspondência métrica” (PIAGET & INHELDER, 1993: 25 e 26).

O outro exemplo, além de inverter a relação, iniciando pela métrica, torna clara a importância da união deste ao projetivo neste período.

“perceber as dimensões reais de um objeto à distância é reconstruir uma grandeza constante (métrica, portanto) a partir de uma figura diminuída pela perspectiva (de uma forma projetiva, portanto): é, em consequência, unir num só todo uma visão projetiva e uma visão euclidiana” (PIAGET & INHELDER, 1993:26).

¹⁰ A maioria das mídias, normalmente, traz ilustrações de estações do ano, fases da Lua, eclipses e outros fenômenos, do ponto de vista heliocêntrico ou do “espaço”. Algumas vezes, aparecem também imagens de um observador terrestre. No entanto, a junção (parte mais complexa) desses dois pontos de vistas fica a cargo dos leitores!

A importância emitida a esses dois exemplos diz respeito, especificamente, à relação estabelecida ao nosso tema *Astronomia*, em que relações de distâncias e distinção de formas aparentes, casos bastante semelhantes aos exemplos, são de extrema importância na compreensão dos conceitos mais comuns do programa didático do ensino fundamental. Acreditamos que a aprendizagem da Astronomia está intimamente relacionada à união da visão projetiva, de dependência do ponto de vista, à visão euclidiana, de independência do referencial, para, então, um aprofundamento da visão topológica, em que as interdependências ocorrem.

Ao analisar as formas possíveis de um objeto que está apenas parcialmente visível, Piaget (1985) nos mostra que as crianças mais jovens vêm apenas uma possibilidade para a parte escondida do objeto, parte esta exatamente igual a que ele vê, em forma, em dimensão e em cor. Piaget sugere que quando a criança começa a ter dúvidas, passa a admitir uma pluralidade de elementos possíveis.

Piaget ressalta ainda que o elemento motor, ou seja, a ação sobre o objeto, é de fundamental importância na construção do espaço.

“As representações espaciais se formam através da organização de ações realizadas com objetos no espaço, inicialmente ações motoras e mais tarde ações interiorizadas das que se convertem em sistemas operacionais. Portanto, a representação adulta do espaço resulta de manipulações ativas do meio espacial e não de uma ‘leitura’ imediata deste meio, realizada pelo aparelho perceptivo. Por exemplo, acabamos percebendo os objetos como juntos ou separados no espaço, muito mais em função de ações passadas de juntar e separar objetos do que de registros visuais de sua proximidade ou separação ocorridos no passado” (PIAGET & INHELDER, 1993).

Ao enfatizar o papel da “ação” no conhecimento do espaço, Piaget coloca em xeque um impulso inicial e comum: conceber o espaço como algo dado diretamente pela percepção visual. Ele próprio afirma que a ação é constitutiva de todo conhecimento e que esta relação é reversível, ou seja, *“o conhecimento é dependente da ação e a ação é produtora do conhecimento”* (PIAGET, 1975:15). O autor afirma ser esta a concepção básica mais original de sua teoria epistemológica (PIAGET, 1975).

Os aspectos levantados e apresentados até o momento na teoria de Piaget explicitam a construção do conhecimento acerca do espaço construído na nossa cultura. No entanto, o próprio Piaget percebeu que o conceito de espaço tridimensional não é inato, e sim uma construção do homem.

É justamente por esse aspecto de construção cultural do espaço, e de seu percurso ao longo da história do homem que iniciaremos nossa trilha em busca de uma outra dimensão, a cultural, para o nosso conhecimento sobre o espaço.

1.2 A construção cultural do conceito de espaço

Ver um objeto em três dimensões é, em nossa cultura, tão comum que nem percebemos a inconsistência do mesmo com nosso aparato visual. A imagem de um objeto qualquer não se forma tridimensionalmente em nossa retina, até porque o próprio local onde é projetada a imagem, na retina, é uma superfície bidimensional.

Na evolução do homem, o nosso sistema de percepção visual tem melhorado. Szamosi (1986) relata que a aprendizagem genética da determinação da distância com base em indícios visuais foi um dos grandes feitos da evolução. Afirma ainda que nosso aparelho visual, apesar de ter se desenvolvido para nos permitir a coleta de informações distantes, não nos permite apenas através dele determinar o quão longínquo estão as fontes de informação visual. Assim, na exploração do espaço próximo, a visão humana é muito boa para perceber formas, aspectos, cores, texturas, movimentos e graus de iluminação. No entanto, em relação à distância, os dados são ambíguos e imprecisos. A razão é explicada através da estrutura do olho comparado ao de uma câmera, no qual as informações chegam através da luz proveniente do objeto cuja imagem é focalizada na retina - uma superfície bidimensional. A imagem formada possui informações referentes apenas à direção e ao tamanho aparente do objeto, não contendo qualquer informação sobre a distância (SZAMOSI, 1986).

Na procura de adaptação do homem, dois sistemas diferentes foram desenvolvidos para melhorar a percepção de objetos, segundo Szamosi (1988). Um deles é a visão binocular, ou seja, o cérebro tornou-se capaz de determinar a distância comparando duas imagens formadas na retina. No entanto, esse sistema é considerado confiável até 15 metros: a partir desse valor, o cérebro não distingue mais a distância entre as duas imagens. Então, para extensões maiores, age um segundo sistema. Nele há a procura por outros indícios visuais, tais como a diminuição gradual do tamanho aparente de um objeto com a distância (só é possível quando o tamanho real

é conhecido), a diminuição da distância aparente entre objetos distantes e ilusões visuais como a convergência de linhas paralelas em um ponto - o famoso ponto de fuga (SZAMOSI, 1986).

Além dos elementos próprios do aparelho visual e do seu desenvolvimento com a evolução do homem, outros aspectos relacionados à aprendizagem do espaço são igualmente relevantes.

Thüiller (1994), historiador da ciência e epistemólogo, nos coloca questões diferenciadas sobre a natureza da construção do espaço tridimensional ao nos remeter ao Renascimento, época do início da geometrização do espaço. Em seu livro *“De Arquimedes a Einstein: a face oculta da invenção científica”*, insere um outro ponto de vista, o da arte como preparação para a ciência.

Em Florença, início do séc XV (o quatrocento), marco do início da representação do espaço tridimensional num plano, pintores e arquitetos formularam a primeira teorização da perspectiva¹¹.

Neste momento, não apenas a geometria projetiva era possível, bem como era uma espécie de “preparação” para o conceito de espaço sobre o qual se apoiaria a mecânica clássica. Neste ínterim ocorre uma união entre os diversos “espaços”: dos cartógrafos, dos artilheiros, dos marujos, dos astrônomos, entre outros. Essa era uma idéia de futuro, segundo Thuillier,

¹¹ Não foi à toa que o homem demorou tanto para descrever o espaço tridimensional num plano. Parece adequado um problema sugerido por Carvajal (1991), ao descrever que *“um dos aspectos mais sugestivos da problemática que analisamos é o das relações espaciais existentes entre o que o homem vê, o que é visto e a representação de qualquer destas coisas”*. Desta forma, percebemos uma complexidade decorrente tanto da observação, quanto da relação entre observação e registro.

pois: *“abria as portas a uma “mecânica geral” válida tanto para as balas de canhão como para os corpos celestes!”* (THUILLIER, 1994:81).

Para Thuillier (1994), estudar o nascimento dessa nova organização espacial é, além de fazer história da arte, *“indagar sobre as origens de uma nova maneira de perceber e de conceber a natureza”*, portanto um momento essencial na pré-história da física clássica. Thuillier (1994) afirma que: *“Pintores, escultores e arquitetos operaram de fato uma espécie de revolução silenciosa, ao imaginar e representar um espaço homogêneo e, depois, ao geometrizar-lo”* (THUILLIER, 1994:60).

Assim, o “novo espaço”, ao contrário do Aristotélico, em que havia um centro absoluto e “lugares” diferenciados para os quais tendiam o elemento terra, o fogo etc., *“não é mais qualitativo e heterogêneo: ele é sem limites e dotado de unidade, anterior aos objetos que nele encontrarão lugar”* (THUILLIER, 1994:60-61). Pomponius Gauricus (apud THUILLIER, 1994) comenta, no início do século XVI, ao tratar da perspectiva: *“O lugar, existindo antes do corpo que nele é colocado, deve ser necessariamente desenhado primeiro”*. (THUILLIER, 1994:60-61).

Para Francastel¹² (apud THUILLIER, 1994), o renascimento não descobriu o espaço absoluto, na forma como ele existe hoje e sempre. Segundo ele, seria melhor afirmar que:

“inventou uma certa ordem espacial aproveitando uma série de experiências de caráter social e cultural. Foi a ‘própria natureza do espaço humano’ que se transformou. E, portanto, não se trata simplesmente do surgimento de uma teoria (no sentido intelectual do termo), mas de um episódio do domínio da antropologia cultural. Concretamente, isso quer dizer que é preciso tentar entender como um

¹² Historiador e sociólogo da arte.

conjunto complexo de tradições e mudanças históricas favoreceu o nascimento de um novo 'sentido espacial'. Cada civilização, de fato, criou seu próprio sistema de percepção e de representação” (FRANCASTEL apud THUILLIER, 1994:61-62).

Nessa mesma linha, Eliot (apud VELASCO, 2002) aponta a dificuldade inerente à construção do espaço tridimensional, comentando sobre sociedades que fracassaram na aquisição desse tipo de conhecimento, justamente pela ausência de sistemas simbólicos envolvidos nessa construção e também em sua representação.

Piaget (1993) também identificou o caráter de construção do espaço tridimensional, afirmando que o ver em três dimensões seria o ponto culminante relacionado à construção do espaço e não o ponto de partida da consciência espacial, como nos é comum imaginar.

“À primeira vista, nada parece mais elementar do que um espaço organizado de acordo com este princípio (um sistema tridimensional de coordenadas ortogonais). Quando vemos objetos familiares que nos cercam, eles parecem arranjados dentro de uma grade de linhas retas paralelas que se atravessam perpendicularmente em três dimensões. Esta visão das coisas parece evidente por si mesma, porque a própria experiência física parece nos impor esta estrutura, em virtude de percebermos todas as verticais como paralelas que parecem cortar as horizontais em ângulos retos... seria um engano imaginar que os seres humanos têm um conhecimento inato ou psicologicamente precoce do ambiente espacial organizado num quadro de referência bi ou tridimensional. (...) Longe de construir o ponto de partida da consciência espacial, o quadro de referência é, na realidade, o ponto culminante de todo o desenvolvimento do espaço euclidiano, assim como as noções de sucessão e de simultaneidade, de sincrônico e isocrônico, na definição de tempo homogêneo, marcam o ponto culminante e não o ponto de partida do conceito de tempo” (PIAGET & INHELDER, 1993:434-435).

Ver tridimensionalmente, além de um ato cultural, já que não é o único sistema possível, é também complexo, envolvendo uma série de elementos

como a memória, informações táteis, enfim, uma aprendizagem conforme citamos em Thillier (1994), no início do capítulo.

Robilotta (1985) afirma que é através da possibilidade de movimentação do homem e/ou de sua experiência tátil, e recorrendo sempre a sua memória, que é possível “observar” a profundidade de um objeto. Quando “vemos” um objeto, o percebemos em apenas duas dimensões: para cima e para baixo, para esquerda e para a direita. Porém, sua profundidade só é obtida a partir do momento em que o observamos por completo e, então, o reconhecemos como o mesmo objeto, visto de diferentes ângulos, ou seja, em três dimensões. Essa percepção torna-se tão automática que a tomamos como natural, esquecendo-nos de seu caráter de construção.

Segundo Carvajal (1991), a percepção é feita, principalmente, através de três fatores: Fisiológico – relacionado aos sentidos; Mental – memória; e Psicológico – criação e interpretação. Essas três formas de percepção possuem uma relação imbricada, de tal modo que se modificam à medida que se relacionam. Através da vivência podemos obter uma ampliação da nossa capacidade de percepção, pois é por meio da vivência que iremos fazer um maior número de ligações entre as formas de perceber o mundo.

Dessa maneira, os elementos que incorporamos em nossa concepção são aqueles que conseguimos reconhecer devido à nossa experiência pessoal, ou seja, aquilo que de certa forma conhecemos. Observar um objeto e reconhecê-lo como uma bola de futebol (fator psicológico) através

de uma única imagem só é possível se a reconhecemos através da memória de outras imagens (fator mental), sejam elas construídas através do olhar e/ou do toque (fator fisiológico). Assim, os três fatores estão envolvidos: ver, reconhecer e interpretar.

A construção da terceira dimensão é tão automática que se tornou “natural”. Esquecemo-nos, porém, que mesmo esse tipo de representação e percepção do espaço também é cultural, afinal, o espaço possui n dimensões. Restringi-lo a três e fixá-lo em direita e esquerda, para cima e para baixo e para dentro e para fora é essencialmente um ato cultural e reducionista (CARVAJAL, 1991). A percepção do espaço e dos objetos nele contidos pode levar em conta, ainda, fatores de diferentes naturezas como, por exemplo, a cor, o cheiro, a temperatura, ou seja, fatores perceptíveis através dos sentidos. Batista (1993) também chama atenção ao caráter múltiplo perceptivo do espaço, relativo aos nossos órgãos dos sentidos. Além desses, há também percepções de natureza psicológica como, por exemplo, as lembranças/associações remetidas ao observar algo.

Ao olharmos para uma bola, a reconhecemos de outras tantas vezes que a vimos e/ou a tocamos. Assim, a percepção da forma de uma bola é composta por várias imagens. O reconhecimento da esfera pode ser obtido quando todas as imagens caracterizam-se como discos e com a compreensão de que a esfera corresponde à imagens de discos vistos de diferentes ângulos.

Através da nossa capacidade de locomoção e da memória (reconhecimento) é que construímos a dimensão da profundidade do objeto, ou seja, a noção de terceira dimensão como profundidade é uma síntese das visões particulares. Ver uma casa e reconhecê-la em três dimensões significa tê-la visto em sua totalidade anteriormente, ter caminhado a sua volta, e então a junção das partes forma o todo da casa. (ROBILOTTA, 1985).

Ao observar objetos no céu, os vemos apenas bidimensionalmente. Para um observador experiente, consciente dos movimentos de rotação dos objetos celestes e de nosso movimento em torno do Sol, a conservação da forma aparente de disco do objeto, após um giro completo, é o que fornece a imagem de uma esfera. Sendo impossível que cada um de nós passeie pelo Universo, a visão que temos desses objetos celestes é construída de um ponto fixo na Terra, observando seus movimentos para que enxerguemos sua terceira dimensão¹³. O Sol, por exemplo, além de ele próprio realizar movimento de rotação, a Terra realiza um movimento completo em torno dele no período de um ano. A forma que vemos é a de um disco, o que resultaria, na composição, uma esfera. No caso da Lua, não conseguimos observá-la por completo devido ao sincronismo entre seus movimentos de rotação e translação em torno da Terra. Apesar disso, é possível concluir sobre sua esfericidade analisando as formas aparentes de suas fases.

¹³ Estamos excluindo a Lua, pois ela não nos mostra todas as suas faces e, além disso, está sempre mudando sua forma aparente, através de suas fases.

Na ausência de informações conceituais dos movimentos celestes ou de observações sistemáticas do céu, nos tornamos como o homem-planta¹⁴ descrito por Robilotta (1985) e, dessa forma, com extrema dificuldade para perceber o espaço tridimensional, não sendo capaz de perceber e/ou identificar as movimentações dos corpos celestes, incluindo a nossa no planeta.

A construção da terceira dimensão em Astronomia, hoje, é possível através do conhecimento teórico e conceitual. Dificilmente a observação sistemática, uma outra forma de compreender o caráter tridimensional dos astros, seja algo presente no cotidiano de professores e alunos. Assim, para entender o Sol como esférico ou a própria esfericidade do planeta Terra será preciso um conhecimento acerca dos movimentos, análise de sombras, ou mesmo acreditar em fotografias retiradas do espaço.

Construir uma espacialidade para os astros é uma tarefa bastante complexa: os elementos envolvidos são muito grandes e, na grande maioria dos casos, bastante distantes, tornando difícil a visualização das partes para a composição do todo.

A percepção dos objetos astronômicos é similar a de corpos menores e mais próximos? Podemos fazer a mesma comparação? O que diferencia a ampliação das dimensões?

¹⁴ O termo homem-planta é usado por Robilotta (1985) na sugestão de uma experiência: caso estivéssemos impossibilitados de se movimentar, como seria ver os objetos no espaço? A experiência de aproximação e afastamento seria vista como maior ou menor diminuição do objeto sem uma consciente relação entre esses elementos. Essa é uma tentativa de mostrar que o espaço tridimensional que conhecemos atualmente é uma noção construída.

Para Casati (2001) há, sim, problemas na percepção de objetos muito grandes. O texto a seguir foi escrito sob um subtítulo bastante sugestivo: *“Tão grande que é invisível”*.

“Quando queremos indicar um limite para a percepção, ocorre-nos espontaneamente falar do mundo microscópico. Não podemos nos aproximar de um objeto com os olhos mais do que certo tanto. E o poder de resolução da vista é insuficiente para distinguir duas manchas distantes entre si de uma ponta de alfinete. Porém, há o limite oposto, para as coisas demasiado grandes – um limite em parte de natureza perceptiva, em parte cognitiva” (CASATI, 2001:83).

Podemos pensar também no quanto os equívocos astronômicos interferem em nosso dia-a-dia. Para as pessoas em geral, desconhecer ou avaliar incorretamente as formas ou dimensões dos astros, de fato, não interfere muito em nossa vida cotidiana. Na contra partida, uma má avaliação da distância de um carro, por exemplo, pode ocasionar um atropelamento ou mesmo a morte. Thom (1983) nos remete a essa reflexão e nos instiga a pensar na ausência de conhecimento das dimensões astronômicas, mesmo em adultos:

“...a representação mental dos objetos distanciados pode, pelo contrário, sofrer deformações consideráveis sem inconveniente funcional sério. Quantos adultos, mesmo instruídos, têm uma representação espacial correta do diâmetro da Terra, do Sistema Solar, da galáxia? Quantos são capazes de se orientar num ambiente mal conhecido?” (THOM, 1983:435).

Apesar de, conceitualmente, a mesma imagem de disco se movimentando resulte numa esfera, não podemos esquecer de que, no caso da astronomia, não apenas as dimensões de tamanhos e distâncias são muito grandes, mas os tempos dos movimentos também o são. Portanto, não é fácil notar que observamos todos os lados do Sol e, mesmo a Terra,

em que pisamos diariamente, não é 'possível' vê-la no todo. Casati (2001) identifica e descreve esses limites da percepção: *“Não conseguimos entender a forma da Terra porque não podemos abraçá-la com o olhar, mas também objetos perfeitamente visíveis, como a Lua e o Sol ou os cometas que atravessam o Sistema Solar, não se deixam conceber facilmente”*, afirmando que, em verdade, trata-se de elementos visíveis, presentes no nosso dia-a-dia e que, portanto: *“O limite é cognitivo: são coisas grandes e distantes demais para que nossa mente possa contê-las”* (CASATI, 2001:83).

Casati (2001), nesta afirmação, nos chama especial atenção ao “limite cognitivo”. Como elementos tão visíveis e tão comuns na história do homem podem nos escapar em sua forma e dimensão? De fato, nos parece que reconhecer planetas, Sol, Lua e a própria Terra, em suas formas e dimensões é também conhecer os elementos teóricos e/ou empíricos que os definem.

Nesse sentido, uma observação composta por uma única imagem dos objetos astronômicos, por exemplo, não possibilita a construção tridimensional deles. Observar uma única imagem do Sol, dos planetas, das estrelas ou da Lua indica apenas a forma plana. Dizer que esta forma corresponde a um disco é uma conclusão feita por muitos. Devido à distância e ao vagaroso movimento dos astros no céu (comparado ao tempo de observação, sendo mais apropriado o termo “contemplação”), torna-se difícil o reconhecimento do movimento e, portanto, o reconhecimento de várias imagens, para então, compô-las e formar uma imagem tridimensional.

Sendo assim, a compreensão espacial desses objetos torna-se uma tarefa difícil. É necessário aprender a construí-la.

Em astronomia, muitos aspectos relacionados à formação da profundidade estão fora do alcance sensorial, ou seja, só temos informações táteis da Terra. Porém, neste caso, devido às grandes dimensões, estas informações não ajudam. Normalmente, também não temos a memória das várias partes para compor o todo. Então, o processo de compensação¹⁵ fica prejudicado. Em nosso dia-a-dia, não percebemos o movimento da Terra. Essa informação é conceitual, aprendida, e necessita de uma mudança de referencial. No entanto, a teoria ou os conceitos são nossas únicas fontes de informação para compor a profundidade. Nesse sentido, parece natural afirmar que a falta do conhecimento nos coloca numa posição muito semelhante ao já citado “homem planta”, diante do Universo.

Através dos conceitos científicos, sabemos que a Terra faz movimento de translação e o próprio Sol também tem movimento de rotação. Assim, veríamos todos os lados do Sol. Porém, é necessário ter e acreditar nas informações científicas e, além disso, confrontar as duas informações. Ainda assim, nesse momento, haveria a necessidade de um conhecimento mais específico da espacialidade, ou seja, o conhecimento de que a não variação do aspecto de disco, visto por diferentes ângulos, significa que esse “disco” é, na verdade, uma esfera.

A astronomia a olho nu choca-se muitas vezes, não apenas com as dificuldades de percepção, mas também com problemas levantados pelo

¹⁵ Articulação das partes no/do todo na percepção.

raciocínio acerca dos objetos do espaço, em particular, daqueles que giram em torno de outros astros e, dessa maneira, requerem mudança de referencial.

Dessa forma, a astronomia é, de um lado, encantadora, misteriosa e envolvente; e de outro, abstrata, propensa a explicações não muito diretas, que exige dos interessados, além de reflexões profundas, mudanças constantes de referencial.

Tanto os aspectos apresentados por Piaget na descrição da evolução das noções espaciais nas crianças, quanto os levantados na discussão sobre a natureza cultural da construção do conceito de espaço, nos remetem à questão da necessidade do ensino e da aprendizagem no tema da espacialidade. Associando esses elementos às dificuldades de compreensão no tema Astronomia, principalmente naqueles em que noções espaciais estão fortemente presentes, percebemos uma necessidade de propostas de ensino de Astronomia que levem em conta os aspectos espaciais envolvidos neste tema, de forma a proporcionar uma aprendizagem mais ampla e profunda a respeito não apenas da forma, das distâncias e escalas dos objetos astronômicos, como também das relações espaciais e temporais entre os astros, necessárias na compreensão dos fenômenos.

2. ASTRONOMIA NOS LIVROS DIDÁTICOS E NA FORMAÇÃO DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS: um panorama

Ao longo da história da disciplina Ciências no Brasil várias foram as exigências em habilitações para ministrar esta disciplina, dentro da qual encontram-se os conteúdos de Astronomia. Dentre as áreas citadas estão: ciências, matemática, física e química. No entanto, em boa parte dos anos, os professores habilitados para ministrar Ciências foram os licenciados em Biologia.

Tabela 1 – Esboço dos professores habilitados para lecionar Ciências no ensino fundamental II.

Ano	Disciplina de Cátedra	Professores Habilitados para Lecionar Ciências
1946	Não menciona	- Licenciado em ensino superior (não restringe o curso). - Professor de nível superior.
1965	Iniciação às Ciências	- Licenciado em Ciências. - Licenciado em Física, Química e Hist. Natural.
	Ciências Fís. e Biológicas	- Licenciado em Ciências Biológicas.
1976	Ciências	- Licenciado em Ciências (duração curta ou plena).
1985	Ciências (iniciação)	- Licenciado em Ciências (Curta e Plena). - Licenciado em Ciências (Plena), com habilitação em Biologia, Física, Matemática e Química.
	Ciências Fís. e Biológicas	- Licenciado em Ciências Biológicas.
1989	Ciências Fís. e Biológicas	- Licenciado em Ciências (Curta e Plena).
		- Licenciado em Ciências (Plena), com habilitação em Biologia, Física, Matemática e Química.
		- Licenciado em Ciências Biológicas.
		- Licenciado em História Natural.
1996	Ciências	- Licenciatura Plena.
		- Prática de ensino de Ciências (300 horas).

Fonte: Rangel, Romanelli e Documentos Legais apud Leite e Mozena (2003).

No cotidiano escolar percebemos a atribuição de aulas de Ciências para biólogos. Não precisamos pesquisar muito para verificar isto. Quem de nós teve como professor de Ciências um físico ou químico? Até porque

mesmo para os cargos de professor do ensino médio há falta de profissionais com formação em física e química.

Bretones e Compiani (2001), em uma pesquisa sobre os cursos superiores que possuem a disciplina Astronomia como obrigatória ou optativa, nos fornecem elementos para pensar no quão complexa é a situação do professor de Ciências que possui pouca ou nenhuma formação neste tema. Mesmo os formados em física ou química sofrem com a ausência de disciplinas de Astronomia na formação inicial.

Tabela 2- Cursos Superiores em Astronomia

Cursos pesquisados, total enviado, número de respostas; cursos que oferecem disciplinas introdutórias de Astronomia: obrigatórias e optativas.

Cursos	Total	Respostas	Astronomia	Obrigatórias	Optativas
Astronomia	1	1	1	1	0
Ciências	243	85	4	3	1
Eng. Aeronáutica	1	0	-	-	-
Eng. Cartográfica	5	4	4	4	0
Eng. de Agrimensura	9	6	5	5	0
Eng. de Comunicações	1	1	0	-	-
Física	70	39	22	11	11
Geofísica	1	1	1	1	0
Geografia	176	37	13	11	2
Geologia	19	7	0	-	-
Matemática	96	36	0	-	-
Meteorologia	6	4	4	4	-
Totais	628	221	54	40	14

Fonte: Brasil, MEC, 1994 e Projeto Disciplinas Introdutórias de Astronomia, 1997-1998, apud Bretones e Campiani (2001).

Visto que os professores responsáveis pela disciplina de Ciências encontram pouco respaldo no conteúdo de Astronomia em sua formação inicial, compreendemos que seus conhecimentos sejam adquiridos,

principalmente, através do livro didático e, por ventura, de cursos de formação continuada.

2.1 Astronomia nos livros didáticos

O ensino de Astronomia para crianças e jovens não é novidade. Ensinar os significados do “nascer” e “ocaso” do Sol, bem como o movimento de translação da Terra, noções sobre o Sistema Solar e alguns fenômenos como os eclipses, as estações do ano e as fases da Lua tem sido objetivo de vários livros didáticos de 5^a à 8^a séries do ensino fundamental. Recentemente, vários artigos apontaram erros conceituais e muitos livros foram reprovados na análise do PNLD (Programa Nacional do Livro Didático), no qual um dos critérios foi a apresentação correta de conceitos científicos (BRASIL, 1997).

Definições incorretas, desenvolvimento de modelos representativos de Sistema Solar sem perspectiva humana, esquecendo-se de que estamos inseridos nele, são apontados por Livi (1987). Canalle, Trevisan e Lattari (1996) indicam erros semelhantes em livros didáticos de Ciências e de Geografia, e também associações incorretas entre a proximidade e o afastamento da Terra ao Sol e as estações “verão” e “inverno”, respectivamente, e a representação esquemática bastante conhecida do Sistema Solar com todos os planetas alinhados. Na revista Ciência OnLine, Boczeko indica vários outros erros comuns e questiona até mesmo o termo “didático” associado a esses livros¹⁶. Em relação às imagens contidas nos

¹⁶ Entrevista concedida à Revista Ciência Online: http://www.cienciaonline.org/revista/02_06/index.html

livros didáticos, o PNLD afirma que muitas delas estão totalmente fora de escala e que não há nenhuma menção a isso.

Podemos notar que, se de um lado existem muitos erros associados aos materiais didáticos do ensino fundamental, por outro os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), em vigor desde 1998, vêm consolidar o ensino de elementos da Astronomia nessas séries, propondo como um dos eixos temáticos a Terra e o Universo, envolvendo os conteúdos sistematizados na Tabela 3.

Tabela 3 – Proposta dos PCN's

Terceiro Ciclo - (5ª e 6ª séries)	Quarto Ciclo - (7ª e 8ª séries)
<ul style="list-style-type: none">- Observação direta: nascimento e ocaso do Sol, Lua e estrelas. Reconhecer 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, estrelas. Distâncias cosmológicas.- Atração Gravitacional. Marés e órbitas.- Estações do ano, fases da Lua e eclipses: observação e modelo explicativo.- Modelo heliocêntrico.- Modelos geocêntrico e heliocêntrico.- Modelo de formação da Terra.

Considerando a importância do tema Astronomia no ensino fundamental e a grande quantidade de pesquisas que apontam e criticam os erros contidos nos materiais didáticos, não assinalaremos os erros conceituais nesta pesquisa. A nossa análise será numa outra direção: a frequência, a distribuição dos conteúdos de Astronomia e o desenvolvimento de noções espaciais dos elementos astronômicos, fundamentais na compreensão da Astronomia.

Para averiguar a questão da espacialidade nos livros didáticos de Ciências, de 5^a à 8^a séries do Ensino Fundamental, analisamos as propostas dos conteúdos de Astronomia contidos em alguns destes livros. Primeiramente, realizamos um levantamento de abrangência e conteúdos propostos e, em seguida, verificamos a presença e a distribuição de conteúdos de Astronomia nos textos, nas imagens e, sobretudo, nas atividades propostas por cada material didático analisado. Examinamos, por fim, se o texto, as imagens e as atividades proporcionam uma visão tridimensional de alguns elementos astronômicos e a percepção de proporcionalidade entre os mesmos. Assim, procuramos incitamentos, sugestões, indicações de reflexões ou atividades que proporcionassem uma visão espacial e noções de dimensões do espaço astronômico.

Escolhemos seis livros para análise. Na Tabela 4, abaixo, segue uma breve descrição de cada um deles.

Tabela 4 – Lista dos livros analisados

Título	Autores	Editora	Ano
A – Ciências	Carlos Barros	Ática	2004
B - Ciências & Educação Ambiental	Daniel Cruz	Ática	2004
C - Ciências – entendendo a natureza	César e Sezar	Saraiva	2001
D - Ciência e Sociedade	Bertoldi & Vasconcellos	Scipione	2002
E - Construindo Consciência	Orlando Aguiar et al.	Scipione	2004
F - Ciências Naturais – aprendendo com o cotidiano	Eduardo Leite do Canto	Moderna	2000

Os três primeiros autores foram escolhidos pelo critério de utilização, pois são livros tradicionalmente utilizados e conhecidos por muitos professores de Ciências. Os dois seguintes foram selecionados pelo critério

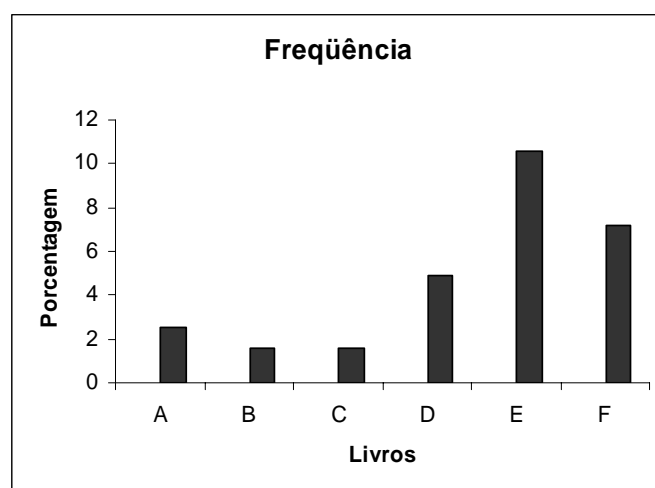
de conter proposição didática diferenciada. E o último foi escolhido por ser um livro novo, com primeira edição em 2000, porém bastante utilizado nas escolas.

Para análise dos livros, realizamos, primeiramente, um levantamento quanto à frequência da Astronomia e a distribuição de temas por série, no intuito de fornecer um panorama dos livros escolhidos.

2.1.1 Frequência de temas de Astronomia nos livros didáticos

Em relação à frequência dos elementos da Astronomia obtivemos como resultado os dados contidos no Gráfico 1. As letras A, B, C, D, E e F estão associadas aos livros. No eixo vertical, encontra-se a porcentagem do conteúdo de Astronomia, ou seja, o número de páginas dedicado a temas astronômicos em relação ao total de páginas dos livros (de 5^a à 8^a séries).

É possível perceber que os livros com proposição diferenciada possuem uma quantidade maior de páginas dedicadas à Astronomia. Mesmo o livro F que possui primeira publicação em 2000, após as recomendações dos



parâmetros, já dedica um maior número de páginas à

Gráfico 1 – Relação entre a porcentagem de conteúdos de astronomia nos livros analisados

Astronomia. No entanto, os livros mais vendidos e usados ainda são aqueles com características mais tradicionais.

2.1.2 Presença e distribuição de temas de Astronomia nos livros didáticos

A presença de conteúdos de Astronomia nos livros de ensino fundamental é bastante conhecida, inclusive nos livros mais tradicionais, nos quais este conteúdo se limitava à 5ª série do ensino fundamental. Após as recomendações dos PCN's esperávamos que tanto a distribuição durante os quatro anos do ensino fundamental quanto os conteúdos de Astronomia fossem modificados.

Neste íterim, resolvemos mapear a distribuição, não apenas dos conteúdos de Astronomia, como também esta distribuição ao longo das quatro séries do ensino fundamental, ao longo do quatro últimos anos do ensino fundamental e montamos a Tabela 5 a seguir.

Nela há a presença de conteúdos de Astronomia e a distribuição destes em cada um dos livros analisados. O eixo de composição dos temas desta tabela está baseado nos PCN's, ou seja, usamos a indicação de conteúdos de Astronomia desses parâmetros para estruturar a tabela e, desta forma, permitir uma comparação e análise dos livros em questão. Através desta tabela é possível ter uma noção dos conteúdos abordados em cada um dos livros analisados, assim como das séries em que estão presentes.

Tabela 5 – Presença & distribuição dos temas de Astronomia nos livros analisados

Temas		Indicação dos PCN's				PRESENÇA & DISTRIBUIÇÃO NOS LIVROS DIDÁTICOS																
						A		B		C		D				E				F		
Séries		5	6	7	8	5	8	5	8	5	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
Observação direta	Sol, Lua e estrelas (ciclos)	x	x							x					x				x		x	
	Constelação, estrelas e distâncias cosmológicas			x	x	x		x							x					x	x	
Ciclos	Dia e Noite	x	x			x		x		x	x				x							
	Estações do ano			x	x	x				x	x					x				x		
	Fases da Lua			x	x	x		x		x						x				x	x	
	Eclipses			x	x	x		x		x			x			x						
	Calendário	x	x									x				x						
	Fuso horário											x				x						
Sistema Solar		x	x			x		x		x					x					x		
Terra	Vida na Terra	x	x													x						
	Forma da Terra														x							
Conhecimento (povos antigos)		x	x			x					x	x			x	x						
Atração Gravitacional	Marés			x	x		x									x						
	Órbitas			x	x								x									
	Terra														x							
Modelos			x	x				x				x					x				x	x
Evolução Estelar					x		x															
Viagens Espaciais					x		x									x						
Cosmologia													x									
Movimento aparente do Sol																						x

É possível perceber, através de uma análise da tabela anterior, que os livros com proposição didática diferenciada (D e E) e o livro F possuem um percentual significativamente maior de assuntos relacionados à Astronomia, o que já era de se esperar, já que estes também apresentavam maior número de páginas dedicadas à Astronomia.

No entanto, a diferença não está apenas na quantidade de conteúdos, mas também na distribuição dos mesmos ao longo dos anos. Enquanto nos livros D, E e F os conteúdos estão presentes em várias ou todas as séries, nos livros A, B e C a Astronomia está concentrada na 5ª série, havendo apenas uma pequena passagem pelo tema de gravitação na 8ª série, na parte dedicada à Física. A tradicional divisão de conteúdos, com meio ambiente na 5ª série, seres vivos na 6ª, corpo humano na 7ª, e química e física na 8ª é marcante nesses livros, apesar da recomendação dos PCN's ser em outra direção. Sendo assim, os livros D, E e F estariam mais próximos dessa recomendação.

2.1.3 Os livros didáticos e a espacialidade: possibilidades e limitações

Compreendemos que imagens impressas em folha de papel nem sempre possibilitam uma visão espacial, em três dimensões, especialmente quando o fator escala é dificultado. Isso, de fato, constitui uma limitação, não apenas dos livros didáticos como de outros materiais impressos, como jornais e revistas.

Assim, não analisamos as imagens dos livros já que, de fato, a construção da espacialidade através destas é prejudicada. Dessa forma,

nosso olhar se direcionou às atividades propostas pelos livros didáticos no tema Astronomia. Compreendemos que as proposições experimentais de construção do Sistema Solar em escala, por exemplo, ou simulações de movimento com o corpo de translação e rotação e a extrapolação para os movimentos dos astros sugerem ao aluno uma compreensão mais concreta de elementos muito difíceis de analisar e visualizar apenas na faceta teórica.

Desta forma, buscamos atividades sugeridas pelos livros didáticos, com enfoque espacial. Destacam-se as que trabalham com escala, simulação de movimento, observação do céu, construção experimental, localização através de referências no céu e com a forma dos objetos celestes. A Tabela 6 indica a quantidade e o tipo de atividade em cada um dos livros analisados.

Tabela 6 - Natureza das atividades propostas pelos livros didáticos analisados

Atividades		Livros															
		A		B		C		D			E			F			
<i>séries</i>		5	8	5	8	5	5	6	7	5	6	8	5	6	7	8	
Escala/ Representação	Fundamento									1							
	Sistema Solar				1												
	Terra/Lua/Sol										1						
	Terra										1						
	Universo											1					
Simulação	Sistema Solar																
	Eclipses				1												
	Fases da Lua										1				1		
	Estação do ano										2						
	Movimento Céu														1	1	
	Gravidade										2						
Forma	Desenho										1						
	Tridimens.							1		2							
Observação	Sol																
	Lua										1						
	Estrelas																
Localização	Sol																
	Cruzeiro do Sul																
	Latitude/longitude						1				1						
Construção	Relógio de Sol							1							1		
	Luneta									1							
	Projeto estrelas	1													1		
	Relógio pêndulo							1									

Consideramos como atividades de escala toda e qualquer proposição de construção experimental que leve em consideração os valores reais de distâncias e tamanhos, compreendendo que esses elementos contrastam o visível da Terra aos valores reais, proporcionando um outro olhar para os astros, ampliando as noções de natureza euclidiana, nas medidas, e projetivas, na mudança de referencial, contribuindo também para o aprofundamento das noções topológicas, de interdependência.

As atividades de simulação são atividades experimentais que simulam um fenômeno e/ou movimento dos astros, como a simulação do movimento da Lua, que no nosso entender o aproxima ao nível do concreto, em que é possível associar teoria e prática e observar, no caso da Lua, por exemplo, a simultaneidade de rotação e translação e seu real significado. Semelhante à atividade de escalas, neste os movimentos no espaço e no tempo, reduzidos, possibilitam a visualização da parte no todo e do todo na parte, ou seja, o geocêntrico e o heliocêntrico conjuntamente.

As atividades que indicam ou suscitam a profundidade dos objetos astronômicos estão relacionadas no item “forma”, quando há uma discussão ou preocupação em esclarecer a forma tridimensional do astro, apesar de sua aparência plana.

Consideramos as atividades de observação como aquelas que promovem a observação do céu e procuram regularidades, com especial ênfase no movimento aparente dos astros no céu e nas peculiaridades dos planetas, da Lua e do Sol, em que é possível extrapolar para fenômenos como o movimento do Sol ao nascer no lado leste e sua relação com as

estações do ano, por exemplo, ou mesmo a extrapolação para pontos de vistas distintos, como geocêntrico e heliocêntrico para o caso do movimento dos planetas.

Quando as observações possuem o objetivo de localização espacial, como encontrar os pontos cardeais através do relógio solar ou do cruzeiro do sul, ou para explicar os fusos horários, ou ainda a relação entre a localização da Lua, da Terra e do Sol, as consideramos como uma atividade de localização.

No item “construção”, incluímos as atividades experimentais em que há solicitação de construção de algum equipamento em que é possível realizar uma extrapolação espacial, como na construção e observação de um relógio de Sol (variação das sombras ao longo do ano) ou relógio lunar (relação das fases, horário e aparência no céu). Há ainda construções que apenas possibilitam uma melhor observação do céu, como é o caso da luneta. Porém, este tipo de construção sem uma indicação de uso não desenvolve a espacialidade.

Na análise sobre a distribuição de conteúdos foi possível perceber algumas diferenças entre os livros analisados. No entanto, elas ficam ainda mais acentuadas quando é apresentada a natureza das atividades propostas por cada livro.

O livro E, por exemplo, contém uma série de atividades de diferentes tipos: escala, representação, forma, simulações, observação e construção. Dos livros analisados, esse é o mais completo em termos de conteúdos de Astronomia e atividades propostas para o desenvolvimento da

espacialidade. Este é o livro com o maior número de atividades que estimulam a ampliação de noções espaciais. Há, ainda, algumas atividades de representação relacionadas à forma da Terra, por exemplo, que visam aflorar as concepções espontâneas das crianças a respeito deste tema.

No livro D, a natureza das atividades é distinta: a ênfase é na interpretação de textos e há pouca atividade experimental. Há livros em que quase inexistem atividades, como é o caso dos livros A e B.

O livro C, apesar de tradicional, possui duas atividades que são incomuns em livros desta natureza, como, por exemplo, a construção do Sistema Solar em escala e a construção de relógio de sol.

O livro F é de primeira edição bastante recente, após os PCN's. Nele as atividades estão relacionadas às simulações de movimentos e à construção de equipamentos.

Reconhecemos a importância do livro didático nas aulas de Ciências e até mesmo na formação do professor. Percebemos que há poucos livros em que as noções espaciais são desenvolvidas. Dessa forma, a tarefa de articular os objetos tridimensionais com suas imagens bidimensionais ou até mesmo unidimensionais observadas tanto nos livros como no dia-a-dia é apenas do leitor. Tarefa esta nada simples para o caso da Astronomia em que distâncias e tamanhos são muito grandes, dificultando a articulação entre o todo e a parte.

O livro didático é apenas uma parte integrante no processo de ensino e aprendizagem da Astronomia. Entendemos que o professor da disciplina Ciências necessita de cursos em que o tema da Astronomia seja estudado.

De pouco adianta materiais atualizados, que tenham potencial para o desenvolvimento de noções espaciais, se o professor se sente inseguro devido a sua pouca ou nenhuma formação para este tema.

2.2 Formação continuada de professores e algumas propostas de Astronomia para o ensino fundamental

No Brasil, atualmente constam no site do CDCC (Centro de Divulgação Científica e Cultural) da USP de São Carlos vários centros brasileiros envolvidos com a pesquisa em astronomia. Há também grupos de pesquisas preocupados com o ensino e a divulgação da astronomia. São citados quatro grupos: o CDA (Centro de Divulgação da Astronomia), mantido pelo próprio CDCC; o MAST (Museu de Astronomia), situado no Rio de Janeiro; a SBEA (Sociedade Brasileira para o Ensino da Astronomia), criada em 1987 para reunir pessoas interessadas no ensino e na divulgação da astronomia, presidida pelo professor da PUC/SP Walmir Thomazi Cardoso; e, ainda, o Curso Virtual de Astronomia, que dispõe na internet todo o conteúdo do livro “Astronomia e Astrofísica”, de autoria de Kleber de Souza Oliveira Filho e Maria de Fátima Oliveira Saraiva, ambos do departamento de astronomia do Instituto de Física da Universidade do Rio Grande do Sul. Trata-se de um livro bastante completo, porém complexo para o nível fundamental de ensino, sendo mais indicado para o ensino médio e superior. O índice deste livro ou curso virtual pode ser consultado no ANEXO B (p. 259).

A maior parte desses grupos mantém páginas na Internet com conteúdos de astronomia, embora nem todas estejam atualizadas e em funcionamento. O curso virtual de Astronomia está presente em muitos sites na Internet. Ele abrange toda a Astronomia. Entretanto, não há indicação de atividades, a ênfase é dada à matemática e é de difícil compreensão para os professores de Ciências do ensino fundamental.

Alguns projetos e/ou cursos presenciais ou virtuais de Astronomia vêm sendo desenvolvidos, principalmente, pelos grandes centros relacionados à astronomia. Longe de abarcar a totalidade desses projetos, apresentamos, a seguir, aqueles que conhecemos, a maioria em São Paulo, na intenção de vislumbrar as possibilidades para os professores de Ciências do ensino fundamental no tema da Astronomia.

Um exemplo de curso que encontramos disponível na Internet e que pode ser usado como curso virtual de Astronomia voltado para o professor de Ciências do ensino fundamental é o do CDA (CDCC), que será analisado mais adiante.

Dentre os cursos presenciais que ocorrem com regularidade, não encontramos nenhum especificamente para professores do ensino fundamental. Há, na Escola Municipal de Astronomia, situada no planetário de São Paulo, alguns cursos de Astronomia construídos para o público em geral e também para a formação de professores. Não há uma separação entre esses públicos. Os cursos são gratuitos, sendo cobrada taxa de inscrição (R\$ 31,32 – para o ano de 2006), e os temas variam entre Astronomia Geral, Introdução à Meteorologia, o Sistema Solar, Fundamentos

de Astronomia Esférica, Tempo e Calendários, Física Estelar e Física dos Cometas.

Um outro curso regular no tema da Astronomia é oferecido pelo Instituto Astronômico e Geofísico da USP. Todo mês de janeiro o IAG oferece o curso “Astronomia: uma visão geral” destinado preferencialmente a professores do ensino fundamental e médio.

Alguns projetos têm surgido no intuito de levar a Astronomia para as escolas. Um deles é o “Observatório Virtual” ou, como atualmente é conhecido, “Telescópio na escola”. Nesse projeto, os professores podem escolher o objeto astronômico que desejam estudar (planeta, estrela, asteróide, cometa, galáxia, etc.) e fazer um agendamento para um dos telescópios robóticos disponíveis. As imagens do objeto astronômico escolhido, em tempo real, vão para a escola na forma virtual, através dos computadores. Participam deste projeto o INPE e cinco universidades, entre elas: USP, UFRS, UFRJ, UFSC e UFRN. O projeto é apoiado pelo CNPq e pela VITAE.

Tivemos dificuldade em encontrar cursos de Astronomia especialmente desenvolvidos para a formação dos professores de Ciências. Os que encontramos dessa natureza são virtuais. Os mais próximos, de natureza presencial, são os destinados ao público leigo. O projeto “Telescópio na escola” é bastante interessante, embora falte a ele uma preocupação com a formação do professor que irá desenvolvê-lo na escola.

Na intenção de mapear e situar os principais aspectos das propostas ou dos cursos destinados aos professores do ensino fundamental no Brasil,

primeiramente levantamos os diferentes nomes, grupos e instituições que desenvolvem propostas desta natureza. Em seguida, descrevemos brevemente o leque de conteúdos abordados por esses grupos e, por último, verificamos a presença de atividades que permitam um conhecimento mais aprofundado através da noção espacial na Astronomia.

As propostas foram selecionadas considerando suas divulgações na área de pesquisa em ensino de Astronomia, para o nível de ensino fundamental, de diferentes regiões do país. Ressaltamos que o número de pesquisas relacionadas ao tema Astronomia é pequeno, pois essas pesquisas são relativamente recentes no Brasil. A primeira tese defendida na área de ensino de Astronomia data de 1973 (BRETONES e MEGID NETO, 2005) e trata-se de uma pesquisa para o nível do ensino médio. Quanto ao ensino fundamental, a primeira pesquisa acadêmica é uma dissertação de mestrado defendida em 1990 (BRETONES e MEGID NETO, 2005). De 1996 para cá, o número de pesquisas acadêmicas tem aumentado significativamente nessa área. Supõe-se que esse *boom* tenha ocorrido pelo fato de um dos quatro eixos temáticos (3º e 4º ciclos) do ensino fundamental proposto pelos PCN's ter conteúdos de Astronomia: "Terra e Universo". Desta forma, desde 1996, tem se mantido um número de duas defesas em ensino de Astronomia por ano, em sua maioria relacionada ao livro didático e ao ensino fundamental especificamente.

Há alguns pesquisadores que, embora nem todos tenham defendido teses ou dissertações, têm um grande número de publicações na área, orientam trabalhos acadêmicos em ensino de Astronomia e ministram cursos

de extensão, divulgação ou disciplinas em cursos de graduação relacionadas à Astronomia e seu ensino.

A escolha desses nomes e pesquisas ocorreu não apenas por sua produção na área, principalmente em propostas de conteúdos de Astronomia especificamente para o ensino fundamental, como pela disponibilidade ou publicação das suas propostas. Os nomes ou grupos e as propostas ou cursos selecionados estão na Tabela 7, a seguir.

Tabela 7 – Relação de algumas propostas pesquisadas

Nome/grupo	Instituição	Pesquisa/proposta	Ano
CDA/CDCC	USP/SC	Ciências para professores do ensino fundamental: Astronomia	1994
João Batista Canalle	UERJ	Oficina de Astronomia	1998
Sergio Mascarello Bisch	UFES	Astronomia no 1º grau	1998

O curso elaborado pelo CDA (CDCC) pode ser encontrado no site <http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/ensino-fundamental-astronomia/index.html>.

Nele, há material especialmente desenvolvido para o professor de Ciências do ensino fundamental que deseja ampliar seus conhecimentos de Astronomia. O material disposto no site foi elaborado inicialmente para um curso por correspondência para professores. A versão disponibilizada no site está revisada e possui modificações quanto à atualização dos dados e à adequação aos novos parâmetros curriculares nacionais. Nesse material, o professor encontra orientações de como melhor usá-lo, bem como os conteúdos relacionados ao tema transversal “Terra e Universo” dos PCN’s. Há explicações para os principais temas de ensino, em nível fundamental.

Esse curso está dividido em quatro grandes blocos: orientação e observação; estações do ano; fases da Lua e calendário; e introdução ao

Sistema Solar. Em alguns temas há, além de textos, sugestões de atividades experimentais. No bloco “orientação e observação” há uma sugestão de construção de um relógio de sol, uma atividade de observação para orientação através do cruzeiro do sul, duas propostas de observação do céu e, ainda, duas atividades experimentais para o tema dia e noite. No segundo bloco, “estações do ano”, há duas proposições de atividades, uma delas com bola de isopor, a simulação do movimento da Terra em torno do Sol, e outra com uma sugestão de pergunta à pessoas de outros países sobre como ocorrem as estações nestes. Não há sugestão de atividades para os demais temas e em todos os blocos há uma auto-avaliação.

A oficina de Astronomia do professor João Batista Canalle da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, disponível em PDF em vários sites¹⁷ e também oferecida em seus cursos possui uma vasta gama de atividades e textos especialmente dirigidos aos professores. Consiste, basicamente, no agrupamento de atividades publicadas em vários artigos. A seguir, apresentamos um sumário adaptado, com os principais tópicos, temas e atividades propostas pelo autor.

SUMÁRIO	
DADOS GERAIS DO SISTEMA SOLAR.....	8
A LUNETAS COM LENTE DE ÓCULOS.....	9
O SISTEMA SOLAR NUMA REPRESENTAÇÃO TEATRAL	16
As distâncias dos planetas ao Sol.....	17
O movimento dos planetas ao redor do Sol	17
O movimento das luas ao redor dos planetas.....	19
O movimento dos cometas ao redor do Sol.....	19
TABELA COM AS DISTÂNCIAS MÉDIAS DOS PLANETAS AO SOL	22
COMPARAÇÃO ENTRE OS TAMANHOS DOS PLANETAS E DO SOL	23
Comparação entre os tamanhos dos planetas e do Sol através de esferas	23
TABELA COM OS DIÂMETROS EQUATORIAIS DO SOL E DOS PLANETAS.....	25
COMPARAÇÃO ENTRE A ÓRBITA LUNAR E O DIÂMETRO SOLAR	28
O SISTEMA SOLAR EM ESCALA.....	30

¹⁷ Um deles: <http://www.observatoriovirtual.pro.br/oficina.pdf>

COMPARAÇÃO ENTRE OS TAMANHOS DA TERRA E DA LUA.....	33
COMPARAÇÕES ENTRE SATÉLITES NATURAIS E SEUS RESPECTIVOS PLANETAS.....	34
GNÔMON E OS PONTOS CARDEAIS.....	36
Os Pontos Cardeais.....	36
O Chapéu.....	36
O MOVIMENTO APARENTE DO SOL.....	38
ESTAÇÕES DO ANO.....	40
ECLIPSES E FASES DA LUA.....	42
a) As fases da Lua	42
b) Os eclipses	44
c) O “São Jorge” lunar	44
d) As marés	44
EXPLICANDO ASTRONOMIA BÁSICA COM UMA BOLA DE ISOPOR	46
A bola de isopor na explicação das estações do ano.....	47
As fases da Lua	53
A Lua gira ou não gira sobre si?.....	56
Os eclipses solares e lunares	57
O Mostrador.....	60
As Linhas Horárias.....	61
O Ponteiro	62
O Posicionamento do Relógio	63
Observando o relógio de sol.....	63
ESPECTROSCÓPIO.....	65
PRIMEIRA LEI DE KEPLER - LEI DAS ÓRBITAS.....	67
SEGUNDA LEI DE KEPLER - A LEI DAS ÁREAS	72
TERCEIRA LEI DE KEPLER - LEI DOS PERÍODOS	74
O ACHATAMENTO DOS PLANETAS	76
ATO DE FÉ OU CONQUISTA DO CONHECIMENTO?.....	78
PROFESSOR, A LUA NÃO TEM QUATRO FASES!.....	82
FUNDAMENTOS DA HISTÓRIA DA ASTRONOMIA.....	86
OS NOMES: QUEM SÃO ELES?	114
BIOGRAFIAS.....	120
GLOSSÁRIO	130
Bibliografia.....	134

Sumário adaptado, com tópicos principais da apostila ‘Oficina de Astronomia’ de João Batista Canalle.

O professor Sérgio M. Bisch (UFES) em seu doutorado em educação pela Universidade São Paulo, ao desenvolver sua tese¹⁸, ministrou um curso de formação continuada para professores de ensino fundamental (1^a a 4^a séries). Através desse curso, foi possível levantar dados para uma pesquisa sobre o modo de pensar dos professores da amostra, sobre vários temas da Astronomia.

Esse curso oferecido no Instituto de Física da USP contou com a participação de professores do ensino fundamental I (1^a à 4^a séries) e sua

¹⁸ Astronomia no 1º grau: Natureza e Conteúdo do Conhecimento de Estudantes e Professores. Tese de doutorado, São Paulo: FEUSP, 1998.

parte teórica, desenvolvida em sala de aula, foi dividida em oito módulos, a saber: 1. Forma, tamanho e idade da Terra; 2. Referências e orientação; 3. A gravidade; 4. Meridianos e paralelos; 5. Dias e noites; 6. A órbita da Terra; 7. As estações do ano e; 8. A Lua.

Para cada um dos módulos há textos escritos pelo próprio Bisch sobre o tema e, em alguns casos, indicações de atividades experimentais. O início das aulas era marcado por um levantamento das concepções prévias dos professores participantes do curso, através de respostas a um questionário, respondido individualmente num primeiro momento, discutido em grupo em seguida, e exposto à classe como um todo para discussão. No curso, também foram realizadas a leitura dos textos e a confecção das atividades experimentais para um aprofundamento no tema. Esse curso contou também com atividades de observação do céu, principalmente no âmbito da procura por regularidades, realizadas no IFUSP, e algumas propostas de atividades a serem desenvolvidas em casa.

Os três primeiros módulos são marcados pelo fornecimento de dados sobre os temas em questão. Os demais módulos possuem ênfase na montagem de atividades experimentais com bolas de isopor e marcação de paralelos e meridianos, contendo no texto um roteiro do tipo passo a passo para a correta confecção da atividade. No tema “dia e noite”, igualmente, há uma proposta de atividade com uso de bola de isopor e luminária, utilizando esses elementos para uma correta explicação de fuso horário. No módulo sobre órbita da Terra há uma sugestão de experimentação do movimento de rotação e translação da Terra com o próprio corpo. O mesmo ocorre no

módulo “estações do ano”, com a confecção de um experimento de tal forma a simular o movimento da Terra ao redor do Sol ao longo do ano e possibilitar a compreensão das estações (sugestão utilizada também para explicar as fases da Lua).

Nesse curso, pudemos observar que, ao mesmo tempo em que há uma preocupação com os conceitos espontâneos, há também um cuidado em relação aos dados e conceitos próprios da Astronomia. Na intenção de propiciar um crescimento conceitual dos seus alunos, Bisch aposta não apenas numa discussão ampla e profunda sobre os conceitos espontâneos como também fornece elementos de natureza distinta, como a experimental, com a confecção de experiências, guiadas por perguntas chaves, que levam em consideração as concepções espontâneas e a oferta de textos bem articulados para servir, não apenas como um guia para as atividades, mas como para fomentador de elementos para um re-pensar nas concepções iniciais. Dessa forma, esse curso é intensamente marcado pelo grande número de informações, sem perder de vista a experimentação, o concreto e a retomada às concepções alternativas. Um curso que, apesar de não ser o objeto de pesquisa especificamente na tese de doutorado do autor, foi implicitamente analisado. Cursos similares a esse são oferecidos na UFES desde então.

Algumas atividades contidas nas propostas descritas neste capítulo nos inspiraram na construção do curso desenvolvido para professores de Ciências do ensino fundamental, descrito no próximo capítulo.

3. FORMAÇÃO CONTINUADA EM ASTRONOMIA: desenvolvendo aspectos da espacialidade

Apresentaremos, neste capítulo, uma proposta de Astronomia para a formação de professores de Ciências do ensino fundamental levando em consideração o quanto o processo de ensino-aprendizagem da Astronomia está intimamente relacionado às noções espaciais. Aplicamos essa proposta num curso de formação continuada para avaliar como as atividades sugeridas podem contribuir na formação da tridimensionalidade do espaço referente à Astronomia.

3.1 O contexto da proposta

Ao longo dos nossos onze anos de contato com o tema de ensino da Astronomia pudemos vivenciar uma série de dificuldades envolvidas na aprendizagem de vários conceitos da Astronomia e também conhecer as muitas atividades para a melhoria do seu ensino, propostas por diferentes pessoas preocupadas com esse tema.

Observando especificamente questões de aprendizagem, verificamos dificuldades inerentes ao posicionar-se no espaço, fora do nosso planeta, associando as características comuns da visão geocêntrica à visão externa a ele. Aprender fenômenos como dia e noite, estações do ano, fases da Lua e eclipses, por exemplo, é visualizar o fenômeno do ponto de vista da Terra e construir uma imagem desse fenômeno visto de fora do planeta, articulando a parte e o todo.

A natureza das dificuldades na aprendizagem da Astronomia nos indicou uma limitação do ponto de vista, elemento fundamental na compreensão do espaço e, por conseguinte, na Astronomia. Conhecimentos dessa natureza são importantes para a compreensão da forma da Terra e para a explicação dos fenômenos. Conhecer fases da Lua, por exemplo, é, além de reconhecê-la em suas fases no céu, posicioná-la mediante o Sol, fonte de luz que a ilumina, e a Terra, nosso ponto de vista. Dificuldades nestas relações podem dar margens a freqüentes associações, principalmente de crianças, das fases como quatro Luas diferentes. Numa leitura da Revista Nova Escola, na seção “Mural dia-a-dia”, local em que os professores relatam situações do tipo “saia-justa”, encontramos algo muito interessante e comum ao pensamento das crianças.

“Era aula de Ciências. Estava explicando aos meus alunos de 3ª série a importância do Sol para nossa vida quando as crianças começaram a falar da possibilidade de o Sol se apagar. Pergunta vai, pergunta vem, uma aluna levanta a mão e me questiona: - Professora, e a Lua? E se a Lua acabar? Antes mesmo que eu pudesse responder, ela concluiu: - Se acabar a Lua crescente, têm as outras: a nova, a minguante... tem muitas Luas ainda!”¹⁹

Reconhecendo o papel da mudança de referencial e da proporcionalidade para a aprendizagem da Astronomia no nível fundamental de ensino foi elaborado um curso de formação continuada para professores de Ciências, no qual priorizamos atividades e discussões que de alguma forma estimulassem a construção da espacialidade, contribuindo para uma maior mobilidade nas mudanças de referenciais e, também, nesta mesma perspectiva, inserimos atividades de proporções, sejam de tamanho,

¹⁹ Revista Nova Escola, novembro de 2005, p. 22.

distância, forma ou tempo, de maneira a promover o desenvolvimento de noções espaciais na Astronomia, promovendo necessárias articulações entre o todo e a parte.

Queremos deixar claro que não se trata de uma proposta para desenvolver a espacialidade amplamente, fazendo apenas um uso da Astronomia para tal. Na verdade, talvez seja uma relação inversa. Desejamos ensinar Astronomia e a espacialidade exerce um papel importante na aprendizagem dela.

Os conteúdos escolhidos para essa proposta são aqueles mais presentes no ensino fundamental e também indicados nos PCN's, ou seja, os atores principais que compõem o Sistema Solar: Sol, Terra, Lua e demais planetas; além dos fenômenos comuns em nosso cotidiano: dia e noite, estações do ano, fases da Lua e eclipses.

Muitas das atividades utilizadas no desenvolvimento da proposta já constam de bibliografia da área, entretanto elas foram re-elaboradas e rearticuladas para o nosso propósito.

3.2 O curso

Desenvolvemos nossa proposta num curso de extensão universitária (atualização) gratuito, com duração de 30 horas, entre os dias 17 e 21 de janeiro de 2005, sob o título: "*Astronomia na Física do Ensino Fundamental*", no IFUSP (Instituto de Física da Universidade de São Paulo).

Inscreveram-se 49 professores. Desses, somente 22 eram professores de Ciências ministrando aulas na rede pública de ensino, requisito fundamental para participação no curso.

No primeiro dia de aula compareceram 13 professores. Três destes estavam com problemas no horário e não puderam participar do curso. Uma professora alegou problemas de saúde e também não pôde mais comparecer. E houve ainda o caso de uma outra professora que faltou apenas no primeiro dia, pois havia confundido o horário. Assim, ao final, efetivamente, o curso contou com a participação de 10 professores.

3.3 Perfil dos participantes do curso

Através das respostas dos professores aos questionários, na inscrição do curso, fizemos um levantamento geral sobre as características da formação acadêmica e da atividade de docência em conteúdos de Astronomia. A Tabela 8 a seguir apresenta alguns dados sobre a formação dos professores que compõem a nossa amostra.

Atribuímos uma única letra para a identificação de cada um dos professores no intuito de preservar a identidade deles.

Tabela 8 – Dados sobre a formação dos professores de nossa amostra

Professor	FORMAÇÃO					
	Graduação	Ano de Formação	Tempo de aula de Ciências (anos)	Ministrou aula de Astronomia	Astronomia na Graduação	Curso de extensão de Astronomia
A	Ciências	1983	20	Sim	Não	Sim
E	Biologia	1983	20	Sim	Não	Não
F	Biologia	2001	4	Sim	Não	Não
G	Biologia	1996	9	Sim	Não	Sim
H	Biologia	1980	25	Sim	Não	Não
M	Biologia	1981	5	Sim	Não	Sim
N	Física	1990	5	Sim	Não	Não
R	Biologia	1993	12	Sim	Não	Não
S	Biologia	1995	8	Sim	Sim	Não
T	Biologia	1997	8	Sim	Não	Não

No que diz respeito à formação inicial dos professores de Ciências, verificamos que a grande maioria é graduada em Biologia. Apenas um professor possui formação em Física e um outro em Ciências.

O tempo de serviço em magistério desses professores variava entre 25 anos de profissão (portanto, em fase de aposentadoria) e, recém-ingressos na profissão, cuja atividade de docência havia começado há quatro ou cinco anos apenas.

Outro dado interessante é que todos os professores da nossa amostra já haviam ministrado aulas de Astronomia, embora apenas cerca de 40% deles houvesse participado de algum curso de Astronomia, sendo a maioria de extensão. Apenas um professor teve contato com a Astronomia durante a graduação.

A maioria dos professores de nossa amostra, professores de Ciências da rede pública de ensino, tem experiência profissional superior a oito anos,

não estudou Astronomia em sua formação inicial, embora ensine esse conteúdo.

Nos chamou atenção o comparecimento ao curso de apenas 14 professores, dos 22 inscritos e com requisito para participação. Nossa hipótese é de que a entrevista efetuada antes do início do curso os tenha assustado.

3.4 Material de análise

Para reunir o máximo de material para análise, quase todo o curso foi filmado em vídeo e também foram tiradas algumas fotografias das atividades experimentais propostas.

Ao fim do curso foi solicitado ao professor escrever uma avaliação do mesmo enquanto proposta de ensino e enquanto crescimento pessoal. Os professores foram acompanhados durante todo o curso com o objetivo de mapear o desenvolvimento da construção dos modelos de Universo dos mesmos. Além disso, os professores construíram maquetes para representar o Universo, desta forma verificamos, na prática, a visão espacial dos objetos astronômicos dos mesmos.

Todos os dias, ao final do curso, realizávamos um fechamento da aula e, em seguida, registrávamos os aspectos e momentos mais marcantes da percepção individual de cada integrante do curso, inclusive a nossa. Esse procedimento nos dava elementos de avaliação desta temática, permitindo-nos reestruturar o curso, durante o mesmo, caso fosse necessário.

A primeira atividade era uma entrevista, que foi utilizada como um pré-teste de tal forma a mapear o conhecimento prévio dos professores participantes desta pesquisa. Essa mesma atividade foi apresentada a eles ao final do curso para verificar o quanto eles eram capazes de identificar suas dificuldades e possíveis mudanças na natureza e no aprofundamento dos conceitos da Astronomia.

A análise dos dados foi efetuada através de um material formado a partir de todas as respostas dos professores, dadas nos diferentes momentos de obtenção das mesmas: no desenvolvimento do curso, no pré e no pós-testes e nas avaliações dos professores, feitas ao final do curso, em exposição oral e escrita.

A seguir, apresentaremos uma breve descrição das atividades que compõem a nossa proposta desenvolvida no curso.

3.5 Construção e descrição das atividades

Estruturamos e construímos uma série de atividades com o objetivo de expandir o conhecimento da Astronomia através de uma ampliação de noções espaciais.

Iniciamos o curso por um mapeamento, principalmente, da estrutura e composição dos elementos que compõem o universo da Astronomia ensinada no nível fundamental. Estudamos a Terra, sua forma e sua gravidade. Realizamos atividades em que o movimento no espaço tridimensional, seja da Lua, da Terra ou dos demais planetas do Sistema

Solar, eram enfatizados e estudados. Visitamos um planetário e estudamos o céu através do programa skyglobe.

As atividades estão agrupadas de acordo com o tema da Astronomia, o desenvolvimento das noções espaciais e a ordem temporal da aplicação delas no curso.

Descrevemos, a seguir, não apenas as atividades, como também o motivo pelo qual elas estão presentes em nossa proposta.

3.5.1 Construção de um modelo tridimensional do Universo²⁰

Na primeira atividade (pré-teste), efetuada na forma de entrevista, antes do início do curso, realizamos uma montagem tridimensional dos principais astros contidos no Sistema Solar.

Esta atividade teve como ponto de partida a identificação das dificuldades inerentes à compreensão do Universo, em particular do Sistema Solar, e a sua composição espacial, não apenas de cada objeto astronômico como também de sua estrutura geral. Essa construção normalmente traz à tona os principais conflitos entre os conhecimentos adquiridos através da observação dos astros e aqueles aprendidos, normalmente, através de materiais de natureza bidimensional (imagens de livros ou fotografias, por exemplo).

Para efetuar essa atividade, equipamos uma sala com uma estante cheia de objetos diversificados feitos de isopor (esferas coloridas, discos,

²⁰ Estrutura de atividade semelhante ao mestrado (LEITE, 2002) com ênfase nas formas e proporções.

meias-luas, placas planas etc.) e barbantes suspensos a partir do teto da sala, nos quais fosse possível prender, numa posição do espaço, os objetos que fossem escolhidos para representar os astros e outros elementos. Caso não houvesse nada semelhante ao desejável, era possível montar, naquele momento, a forma, as cores, enfim, os detalhes do objeto desejado. A atividade desenvolvida foi a seguinte:

Roteiro da construção de um modelo do Universo tridimensional:

- Escolha da Terra

- a) Escolha um objeto que mais se assemelhe a Terra.
- b) Onde você mora? Coloque um(a) boneco(a) no local onde você mora.
- c) E o Japonês? E no pólo sul? E no pólo norte?
- d) Coloque a Terra no espaço (barbantes pendurados).

- Uma viagem

- e) Nesse momento você fará uma viagem ao espaço com um foguete.

Para que local você gostaria de ir?

f) Como é esse local? (é frio, é quente, Por quê? Vá até esse local com um foguete. É possível ver o céu, o Sol, as estrelas, a Lua e a Terra? Quando a escolha é a Lua, perguntamos: é possível ver a Lua durante o dia? Por quê? Em que épocas é possível? Sol, Terra e Lua têm o mesmo tamanho? Explique. No caso de escolha de viagem para estrelas: por que só vemos as estrelas à noite? Seria possível visitar uma estrela? Como?).

- g) Que outro local você gostaria de visitar?

Os professores "deveriam", ao final, representar no espaço pelo menos os seguintes astros: Lua, Sol, estrelas, Terra e um outro planeta.

h) Após representar esses astros, para verificarmos como esses objetos astronômicos se movimentam no espaço, pedimos que os professores explicassem, utilizando o esquema construído, a ocorrência de alguns fenômenos (por exemplo, como ocorre o dia e a noite? Quando é dia e quando é noite na Terra? O que são as estações do ano? O que são as fases da Lua? Como explicar essas fases? O que são os eclipses? Em toda Lua nova há um eclipse do Sol? E em toda a Lua cheia há um eclipse da Lua?).

3.5.2 Forma e gravidade da Terra

Muitas dúvidas sobre a Terra surgem, mesmo que nem sempre explícitas, principalmente sobre a sua forma (plana ou esférica). Dessa maneira, a ampliação da noção bidimensional do nosso planeta foi um dos nossos desafios. Existem várias questões inerentes a esta noção, como: se a Terra é redonda, porque não rolamos?; se a Terra gira em torno de si, porque não somos atirados para fora?; como é possível ficar de cabeça para baixo e não cairmos? Nortemos as atividades sobre as características da Terra através de questionamentos dessa natureza. Procuramos enfatizar as noções de forma, de curvatura do planeta e da gravidade, fornecendo elementos para uma discussão mais aprofundada, relacionando diferentes pontos de vistas sobre um mesmo aspecto da Terra.

Inserimos no curso um debate: um grupo de professores defenderia a Terra plana e o outro, a Terra esférica. Antes do debate houve uma reunião entre os membros de cada grupo para a construção dos argumentos para

defesa do ponto de vista. Desta maneira, seria possível reunir um número grande de questionamentos e sensações de uma Terra plana e de como seria possível confrontá-los com a Terra esférica.

Num segundo momento, para verificar a vertical relativa na Terra, a esfericidade da mesma e a noção de “em cima” e “embaixo”, os integrantes do curso desenharam os continentes numa bola de isopor e inseriram uma árvore construída em papel por eles. Desta forma, foi possível identificar e discutir elementos como o significado de “em cima” e “embaixo” e a gravidade no planeta²¹.

Em seqüência, uma discussão sobre a forma da Terra e da maioria dos corpos celestes pode compor e unificar o conhecimento da forma dos astros, expandindo a esfericidade para além da Terra.

3.5.3 Formas, aparências e sombras de objetos

Não é um “privilégio” apenas da Terra a sensação de plano. Ao olharmos para o céu, observamos os astros, como a Lua e o Sol, também na forma plana. Vemos a projeção dos astros. Observar uma projeção em forma de disco não significa que este objeto seja um disco: ele pode ser um cone, uma esfera, entre outros. Considerando as dificuldades inerentes à construção da dimensão “profundidade” através de projeções bidimensionais, elaboramos a atividade: *O que há por detrás das sombras?*, procurando propiciar a construção da terceira dimensão dos objetos a partir

²¹ Neste mesmo dia, duas atividades com histórias em quadrinhos foram propostas como tarefa de casa: uma da Mafalda, explorando a questão do “em cima” e o “embaixo” no nosso planeta, e a outra, do Hagar, questionando a forma da Terra.

de sucessivas partes do mesmo e, principalmente, para mostrar que uma única imagem do objeto impossibilita uma análise conclusiva sobre a sua forma. A atividade procura, na medida do possível, simular, do ponto de vista da forma das projeções, a construção das noções relativas à forma dos objetos celestes.

Para essa atividade, construímos uma caixa com fundo vazado e frente coberta com papel manteiga. Usamos uma luminária com lâmpada espelhada para concentrar e direcionar o feixe de luz. Reunimos vários conjuntos de objetos nos quais ocorrem semelhanças de projeção como, por exemplo, cone, disco e esfera.

A atividade consiste basicamente em colocar um objeto à frente da lâmpada, projetando a sombra no papel manteiga, e em pedir para que tentassem identificar que objeto seria aquele.

Após algum tempo de análise dos participantes sobre a primeira projeção, movimentávamos o objeto de tal forma a propiciar a compreensão dele como um todo e pedíamos aos professores que fizessem comentários referentes a essas observações.

O foco da observação deveria estar apenas na sombra do objeto. Um cuidado experimental foi colocar o objeto fixo a um suporte, pois, caso os participantes vissem a maneira como o objeto era manuseado, poderiam ter indicações da sua forma.

A pessoa que projetaria as sombras deveria ter alguns cuidados:

- Não mostrar o objeto anteriormente;

- Ligar e desligar a luminária sempre que trocar o objeto;
- Ter cuidado ao tocar o objeto, pois isto poderia mostrar a sua identidade.
- Escolher um objeto, colocá-lo numa posição. Aproximá-lo e afastá-lo, girá-lo lentamente para um dos lados e para o outro, mudar a posição do objeto e continuar movimentando até que o grupo saiba que objeto é este. Após muitas tentativas, mostrar o objeto.
- Escolher objetos de formas variadas.

À medida que iam “brincando de advinha” ficava fácil identificar os objetos. A idéia era que todos percebessem que, para identificar o objeto, seria preciso que fossem mostradas suas várias “caras”, ou seja, seus diferentes lados. Para isso faz-se necessário o movimento do objeto para a sua identificação.

Um fechamento da atividade foi feito através de uma criação dos alunos. Utilizando o teatro de sombras, por exemplo, eles puderam mostrar como é possível construir um objeto tridimensional a partir de várias imagens bidimensionais dele.

3.5.4 Fenômenos: relações entre Sol, Lua e Terra

a) A Lua, suas fases e eclipses

Dando continuidade às atividades de sombras de objetos, questionávamos os professores sobre a forma da Lua, tema este tratado com muito cuidado devido sua complexidade. Se nos limitarmos a olhar para a Lua numa fase qualquer não há como concluir muita coisa em relação à sua forma. A utilização dos termos “crescente” ou “minguante” refere-se à

Lua e não à luz que incide sobre ela. A mudança, em verdade, não é da Lua. Quando dizemos que a Lua cresce e minguá, estamos sob o domínio de um teatro de sombras. Mas a confusão se instala devido a não visibilidade da sombra e, assim, a Lua parece terminar na meia-lua, por exemplo.

Há ainda outros elementos que dificultam a composição da forma desse nosso satélite natural: o fato da Lua ter um movimento síncrono dá a sensação de uma Lua estática na rotação. Se ela fosse um pouco mais rápida ou mais lenta em um de seus movimentos (rotação ou translação), veríamos com mais facilidade a sua forma esférica. Mas a face oculta da Lua que, diga-se de passagem, não é escura já que também é iluminada pelo Sol, dificulta a percepção da sua forma. Assim, a partir da interpretação das fases da Lua podemos ter pistas sobre a sua forma.

Construímos uma série de atividades relacionadas à Lua, às suas fases e aos eclipses, como caso particular da relação Sol, Lua e Terra.

Para desenvolver a noção do movimento lunar realizamos uma atividade corporal, na qual simulamos o movimento da Lua em torno da Terra e deste conjunto em torno do Sol.

Um dos integrantes fez o papel da Terra, um outro (ou uma cadeira), o papel da Lua e um terceiro, o Sol. Iniciamos pelo sistema Terra e Lua. O professor que representava a Lua deveria girar em torno da representação da Terra de tal forma a estar sempre com a mesma face voltada para o planeta. Após um entendimento deste sistema, ampliamos com a representação do Sol. Através da simulação, com o próprio corpo, do

movimento da Lua em torno da Terra, buscamos verificar o movimento de rotação da Lua e seu especial sincronismo com a translação.

Simulamos este mesmo movimento com bolas de isopor e luminária na tentativa de observar as fases da Lua, encontrando algumas regularidades e fazendo associações em termos de observação da Lua no céu e de sua posição no modelo Sol-Terra-Lua. As duas bolas de isopor representavam a Terra e a Lua e a luminária representava o Sol. Nesse modelo privilegamos a visão externa da Terra, a mudança de referencial e o confronto entre as observações feitas nos referenciais da Terra e de fora da mesma e entre o olhar geocêntrico na identificação do aspecto da Lua no céu e seus horários de nascimento e ocaso. A realização do movimento da Lua em torno da Terra possibilita a identificação de quem (da Terra) pode visualizar a Lua naquele momento e de qual o aspecto dela, além do período em que ela fica visível²².

Uma maneira de tornar os dados obtidos com essas atividades de simulação mais sistemáticos é construir e utilizar um relógio lunar, o que possibilita ao professor conjugar o horário de aparecimento da Lua, a posição e seu aspecto no céu. Essa atividade possibilita a identificação e a sistematização da associação das fases com os horários em que a Lua está no céu.

Para utilizar o relógio lunar é necessária a presença da Lua no céu e uma boa estimativa da posição angular da mesma. Ao inserir essas informações no relógio lunar, podemos verificar como resultado a hora.

²² Pedimos, ao final das simulações sobre o movimento da Lua, que os professores resolvessem uma questão do ENEM (ANEXO J, p.) sobre um pescador que deseja marcar uma pesca numa noite de Lua cheia.

Também é possível fazer o inverso, ou seja, pensar num horário e posição no céu e verificar a fase. No Anexo C (p. 260), disponibilizamos o modelo de relógio lunar usado em nosso curso e uma descrição de como confeccioná-lo²³.

Esta atividade foi proposta para que os professores conjugassem o modelo explicativo com o observável e desta forma compreendessem melhor a Lua e seus movimentos.

Os eclipses foram abordados conjuntamente às fases da Lua. Normalmente, nesse conteúdo há grandes confusões com relação aos dois tipos de eclipses (lunar e solar). O eclipse é explicado pelos professores como o ocorrido quando “um astro tampa o outro”, embora nem sempre tenham conhecimento sobre quem encobre quem. Muitas vezes não há associação dos eclipses com o movimento da Lua. Na tentativa de estabelecer essa relação os eclipses foram tratados como um caso particular das fases da Lua. Utilizamos, inclusive, o mesmo aparato experimental, bolas de isopor e luminária, observando com esse modelo, o fenômeno do eclipse como um caso particular das fases da Lua, ou seja, o eclipse ocorrendo quando há um alinhamento entre os três astros: Sol, Lua e Terra.

b) Estações do ano

No que diz respeito aos fenômenos, encontramos nas estações do ano um tema igualmente importante. Parece ser bastante tentador, principalmente pela facilidade conceitual, associar o verão a uma maior proximidade do nosso planeta ao Sol e o inverno, ao afastamento da Terra

²³ Conforme indicação feita em Trevisan, Reis e Lattari (2003)

ao Sol. Um “aliado” dessa concepção é o formato elíptico da órbita dos planetas, com o Sol em um dos focos. Muitos se esquecem da ocorrência de estações distintas entre os hemisférios o que dificulta o confronto desse fato com a explicação pelo afastamento ou proximidade. Procurando ampliar o conhecimento de estações do ano para além das informações climáticas, inserimos atividades de simulação dessas estações, associando os conhecimentos climáticos à luminosidade recebida do Sol devido à posição relativa da Terra ao Sol.

Problematizando a questão da diferença das estações nos dois hemisférios, iniciamos as atividades com a leitura do texto: “Um episódio na vida de Joãozinho da Maré” (ANEXO D, p. 264)²⁴. O texto retrata uma situação de sala de aula, na qual a professora explica as estações do ano de forma equivocada e o Joãozinho, um aluno, a questiona com argumentos geocêntricos, tais como o fato de termos estações distintas nos hemisférios, deixando a professora ao mesmo tempo confusa e insegura a respeito daquele tema.

Desta forma, tentando ajudar a professora a responder as questões suscitadas pelo Joãozinho, realizamos uma simulação do sistema Terra e Sol, com uma luminária e bola de isopor. Utilizamos, também, observações de sombras em diferentes posições da Terra (sombras de palitos espetados numa esfera ao longo de um meridiano). Para simular as diferentes

²⁴ História de autoria de Rodolpho Caniato e reproduzida na apostila: “Oficinas de Astronomia”, de Canalle (1998).

incidências dos raios solares sobre a superfície da Terra, utilizamos canudinhos de plástico.

3.5.5 Construção do Sistema Solar em escala

O Sistema Solar é um dos temas mais desenvolvidos em sala de aula por professores do ensino fundamental. Porém, a forma de ensinar este conteúdo geralmente ocorre através da memorização dos nomes dos planetas²⁵. No livro didático, normalmente estão presentes algumas imagens de cada um dos astros e, na maioria dos casos, há uma imagem representativa do Sistema Solar como um todo. É claro que se trata de um esquema fora de escala, já que seria muito difícil fazer essa representação num espaço físico tão pequeno. Nessas representações é bastante comum a formação de uma imagem equivocada, sem as devidas proporções.

Assim, construímos algumas atividades no intuito de aprofundar a percepção das proporções na Astronomia. Inicialmente, calculamos o quão achatado seria o planeta Terra numa representação de bola de ping pong e, em seguida, construímos os planetas e o Sol em escala de tamanho e distância para dar uma dimensão mais real do Sistema Solar. Por último, incluímos a dimensão tempo através do movimento desses astros.

Acreditamos que apenas com a visualização de valores contidos numa tabela fica difícil uma compreensão das dimensões do Sistema Solar. Através da montagem do Sistema Solar em escala é possível visualizar melhor não apenas as relações de tamanho como as de distância e, assim,

²⁵ Exemplo disso é a utilização de frases com as iniciais dos nomes dos planetas: Minha Velha Traga o Meu Jantar, Sopa, Uva, Nabo e Pão.

o espaço característico do Sistema Solar, tornando possível a compreensão, por exemplo, de como é grande a distância entre os planetas.

a) Tamanhos e distâncias

Para efetuar esta atividade foi necessário, primeiramente escolher uma escala, um valor de referência e, conhecendo os valores reais, mudar a escala. A Tabela 9 a seguir apresenta os valores reais de distâncias e diâmetros planetários e do Sol. No Anexo E (p. 267), disponibilizamos uma tabela com os valores para a construção do Sistema Solar em diferentes escalas, inclusive a que utilizamos, na qual o Sol possui 200mm de diâmetro. Nessa atividade, realizamos uma montagem experimental, construindo os astros e dispendo os mesmos em escala de diâmetro e distância, conjuntamente. Foi necessário um espaço e um tempo bastante amplos para a realização dessa construção, que pode ser efetuada em volta da escola, por exemplo. Cada participante deveria percorrer todo o percurso entre todos os planetas para uma melhor compreensão das dimensões envolvidas.

Tabela 9 – Dados dos Planetas do Sistema Solar e do Sol²⁶

Astros	Distância média ao Sol (10 ⁶ km)	Diâmetro médio (10 ³ km)	Ano - translação	Dia /Período Rotacional	Velocidade orbital (km/s)	Afélio – dist. Máx. (10 ⁶ km)	Periélio – dist. Mín. (10 ⁶ km)
Sol	0	1.392,5	-	25-36 d [#]	-	-	-
Mercúrio	58	4,9	88 d	58,65 d	47,89	69,7	45,9
Vênus	108	12,1	225 d	243,01 d*	35,03	109	107,4
Terra	150	12,8	365 d	23,93 h	29,79	152,1	147,1
Marte	228	6,8	687 d	24,62 h	24,13	249,1	206,7
Júpiter	778	143,9	4.333 d	9,92 h	13,06	815,7	740,9
Saturno	1.427	120,5	10.759 d	10,67 h	9,64	1.507	1.347
Urano	2.870	51,2	30.685 d	17,23 h*	6,81	3.004	2.735
Netuno	4.497	50,5	60.190 d	16,12 h	5,43	4.537	4.456
Plutão	5.900	2,4	90.465 d	6,38 d*	4,74	7.375	4.425

d = dia terrestre; h = hora; * rotação retrógrada ; # 25 dias no equador e 36 dias no pólo (o Sol não é um corpo rígido).

b) Tempo: movimento dos planetas

Uma simulação dos movimentos planetários foi efetuada através de uma redução na escala de tempo e espaço. Na tentativa de promover um aprofundamento na compreensão da dinâmica do Sistema Solar, construímos uma atividade em que o movimento de translação dos planetas poderia ser efetutado e visualizado pelos próprios participantes da atividade.

A atividade pode ser realizada numa sala de aula. Para isso, basta afastar as cadeiras. Cada professor representa um planeta. No centro fica o Sol. Inicialmente, os três primeiros planetas realizam o movimento enquanto os demais observam e ajudam a acertar o tempo de translação. Fixamos o Sol, enquanto espaço, e a Terra, enquanto espaço e tempo, como referência aos demais planetas. Assim, os cálculos de proporcionalidade de tempo foram realizados em função da Terra. Para uma melhor visualização dos

²⁶ Valores extraídos de Canalle (1998), “Oficina de Astronomia”.

movimentos dos planetas, torna-se desnecessário a escala de espaço, uma vez que respeitando apenas a ordem de distância podemos perceber satisfatoriamente o movimento planetário. Mais interessante se torna essa atividade se a relacionarmos com a visualização dos planetas no céu do ponto de vista da Terra.

3.5.6 Planetário & software (skyglobe): um aprofundamento no/do espaço

Atividades de ampliação do Universo para além do Sistema Solar também foram incorporadas a nossa proposta. Para isso, realizamos uma visita ao planetário da Estação Ciência e um estudo das potencialidades de um programa de computador, o software Skyglobe. Os motivos essenciais para a inclusão destas atividades foram, em primeiro lugar, a dificuldade de observação do céu nas grandes cidades e, em segundo, um reconhecimento da grande potencialidade de estudo e conhecimento do céu através desses instrumentos, que possibilitou uma mudança de referencial sem “sair do lugar”, mudança essa obtida facilmente numa sessão de planetário, ao mostrar o céu de diferentes latitudes. Além disso, há também a possibilidade de percepção do céu contendo mais do que planetas, Sol e Lua.

O planetário é um local onde ocorre um espetáculo a partir de uma simulação do céu noturno. A sessão de planetário, pela tradição, beleza e por mexer com o imaginário tornou-se mais que uma divulgação da ciência: transformou-se num evento cultural. O Planetário de São Paulo, por exemplo, foi inaugurado em 26 de janeiro de 1957 e, ao longo de seus 41

anos de existência, realizou mais de 20.500 apresentações assistidas por cerca de 3,8 milhões de pessoas. Mas, infelizmente, este planetário localizado no Parque do Ibirapuera está em obras desde 1999 e até o momento (Junho de 2006) não foi reaberto. Foi construído um segundo planetário no Parque do Carmo e inaugurado no final do ano de 2005. Desta forma, o planetário acessível na época do curso foi o de modelo inflável, localizado na Estação Ciências.

Apesar da falta de opção, na cidade de São Paulo, para visitas ao planetário, não podíamos deixar de considerar esse importante meio de divulgação da ciência, mesmo porque nesse espaço é possível simular uma observação do céu. Em grandes cidades, muitas vezes a observação direta é difícil, como é o caso de São Paulo.

Desta forma, utilizamos as sessões de planetário para o desenvolvimento de noções de espacialidade e de localização, além de possíveis mudanças de referenciais (observação do céu em diferentes latitudes) e desenvolvemos uma atividade pedagógica associando a visita ao planetário com um programa de simulação de observação celeste, o skyglobe.

3.5.7 Um re-olhar para a construção do modelo do Universo tridimensional

Uma atividade de auto-avaliação foi inserida, ao final do curso, na forma de re-olhar para a montagem tridimensional do modelo de Universo

que cada professor havia construído como primeira atividade, na entrevista. Nesse re-olhar o professor revia sua montagem, que estava filmada, e descrevia o que mudaria ou não. Essa atividade possibilitou que os próprios professores identificassem as mudanças ocorridas durante a realização do curso, expondo seus novos conceitos e avaliando seus acertos também.

Apresentamos, a seguir, a Tabela 10 contendo cada uma das atividades e o principal objetivo associado, de tal forma a oferecer um panorama da proposta do curso.

Tabela 10 – Relação das atividades propostas com seus principais objetivos

	Atividade	Objetivo
Modelo do Universo	Construção de modelo tridimensional do universo	Mapear a compreensão da forma, das dimensões e das relações entre alguns astros, principalmente os do Sistema Solar; Provocar um desequilíbrio nas concepções, já há muito tempo formadas pelos professores, proporcionando um re-pensar dos astros;
Terra: forma e gravidade	Debate – Terra: esfera ou plana?	Fornecer elementos contundentes e até mesmo históricos para uma discussão mais aprofundada da forma da Terra
	Vertical: relativa ou absoluta?	Compreender o real significado de estar numa Terra esférica e a relação com a força gravitacional.
Aparência e forma	Teatro de sombras: O que há por detrás das sombras?	Verificar experimentalmente as mudanças nas formas geométricas aparentes; Exercitar a previsão das formas através das múltiplas imagens dos mesmos objetos.
Lua, suas fases e eclipses	Simulação com o corpo do movimento da Lua: rotação e translação	Questionar os movimentos de rotação e translação da Lua e o significado do 'mostrar sempre a mesma face para a Terra'; Experimentar com o próprio corpo a translação, a revolução e a rotação.
	Simulação dos movimentos da Lua com esferas e lanterna	Modificar o referencial do corpo para um modelo e verificar espacialmente as fases da Lua
	Simulação dos eclipses	Perceber os eclipses como caso particular do movimento lunar anual e da importância da pequena inclinação da órbita da Lua em relação a da Terra.
	Relógio Lunar: horários de aparecimento da Lua	Instigar o pensar na Lua, sob dois aspectos: na observação da mesma, da sua aparência no céu associada ao horário, e o pensar no modelo fazendo também previsões de horários.
Estações do ano	Simulação das estações com bola de isopor e luminária	Verificar experimentalmente a relação entre Sol e Terra nas estações do ano
Proporções	Achatamento da Terra	Calcular e constatar o real significado do achatamento da Terra.
	Construção do Sistema Solar em escala	Construir um modelo mais próximo do real no que diz respeito a diâmetros e distâncias no Sistema Solar
	Simulação de movimentos dos planetas do Sistema Solar	Mostrar a dinâmica temporal dos movimentos dos planetas; Caminhar entre dois referenciais: o da Terra na observação dos planetas, e de fora da Terra, na observação do todo.
Ampliação do Universo	Planetário	Conhecer um espaço importante de divulgação da Astronomia; Mudar o referencial do olhar para o céu a partir da Terra nas mudanças de latitude.
	Skyglobe	Mostrar um programa e sua potencialidade no ensino e na aprendizagem de Astronomia; Reforçar os elementos trabalhados no planetário como as mudanças de referenciais.
Auto-avaliação	Re-olhar para a construção do modelo	Verificar a mudança do conhecimento dos professores após a realização do curso, de tal forma a avaliar a qualidade das atividades desenvolvidas; Proporcionar uma auto-observação e auto-avaliação para que os professores pudessem ter a própria análise de si e verificarem seu crescimento e suas dificuldades.

Apresentamos, no próximo capítulo, os principais momentos do desenvolvimento do curso, numa seqüência temporal, em que cada dia é detalhado quanto ao conteúdo e a forma, bem como os diferentes pontos de vistas e comentários dos professores participantes do curso.

4. CONTANDO & RECONTANDO: o *intermezzo*

De forma a fornecer o maior número de elementos para análise e avaliação das atividades desenvolvidas durante o curso resolvemos apresentar os principais momentos deste, privilegiando os comentários e as discussões que surgiram no transcorrer e no fechamento das atividades. Preservamos as idéias expostas, mesmo que estas não tenham sido sempre escritas na forma de citação na íntegra.

Apresentar um curso com mais de 30 horas de duração em que aplicamos uma proposta pensada ao longo de alguns anos não é uma tarefa fácil. Principalmente, porque vamos narrá-la após um ano de sua execução. Não é possível contar apenas com a memória. Por isso, laçamos mão das gravações em fitas de vídeo de cerca de dezesseis horas do curso para sermos o mais fiel possível a ele. Também foi útil contar com gravações em fita cassete de discussões dos professores ministrantes sobre as atividades do dia, efetuadas logo após o mesmo.

O contar, neste caso, torna-se também um recontar, já que o curso é contado a partir, também, de um re-olhar para ele. Nesse 'contar' serão revelados dados que compõem o meio do curso, o *intermezzo*; momento central na avaliação de cada uma das atividades. Vamos expor não apenas o desenvolvimento das atividades, bem como a reação dos professores frente aos conteúdos e às atividades.

Esse curso contou com a participação presencial da orientadora desta tese, em dois momentos marcantes: no início, primeiro dia, e no fim do curso; uma colaboradora para realizar as filmagens, com uma colega do grupo de pesquisa, que desempenhou importante papel, não apenas na parte experimental do curso, como também através do seu constante olhar e de sua participação nas discussões imediatamente posteriores ao término das atividades do dia; com um outro colega do grupo de pesquisa ministrou a aula do Skyglobe; e, com a minha participação, atuando como uma ‘professora’ do curso.

Focaremos, no transcorrer desse ‘olhar’ para o curso, as atividades e os principais comentários sobre as mesmas, bem como algumas de nossas percepções sobre cada uma delas.

Especificamente, as atividades de construção tridimensional de um modelo de Universo e o re-olhar para esta atividade, feitas no início e final do curso, respectivamente, e utilizadas como pré e pós-testes são amplamente desenvolvidas no próximo capítulo.

4.1 Primeiro dia: ênfase na forma e na gravidade da Terra

No primeiro dia de aula, cada um dos professores se apresentou, dizendo seus nomes e o motivo pelo qual estavam interessados em participar do curso.

Os professores, em geral, comentavam que seus interesses relacionavam-se ao conteúdo, porque sentiam dificuldades e, principalmente, um grande desconhecimento no tema da Astronomia.

Discorriam, ainda, sobre a dificuldade em aprender estes conteúdos através do livro didático, denominando os livros como elementos frios e com pouco significado. Alimentavam um desejo em deixar suas aulas mais interessantes e explicitavam também que, normalmente, o conteúdo de Astronomia era ‘empurrado’ para os professores de Geografia. Almejavam, entre outras coisas, através desse curso, aprender novas técnicas didático-pedagógicas para aplicação nas aulas de Ciências do ensino fundamental.

Nessa apresentação os professores também recordaram da ‘entrevista’²⁷ e de como perceberam, quando montaram um modelo de universo, o quanto seus conhecimentos sobre Astronomia eram restritos e de como sentiram, em verdade, uma real necessidade em participar do curso.

Ao final das apresentações, pedimos aos professores que comentassem suas impressões em relação às entrevistas: se houve alguma questão em que nunca haviam pensado antes ou se teriam procurado informação sobre algum assunto questionado na entrevista.

A professora S relata que ficou muito curiosa sobre os eclipses, mas não procurou nada, afirmando: “*vou ser sincera, estou de férias e vou deixar para aprender tudo com a Cristina durante o curso, porque eu não quero aprender nenhum conceito errado*”.

Um grupo de três professores já conhecidos entre si apontou que teve muitas dúvidas durante as entrevistas; os professores afirmaram que foram embora comentando essas dúvidas e que continuavam com elas. Disseram

²⁷ Atividade de construção do modelo tridimensional do Universo, efetuada no mês de dezembro de 2004.

que o tema 'fases da Lua' foi o pior deles. Principalmente a seguinte questão que formulamos: *“do jeito que está aí que fase da Lua é?”*.

Nessa apresentação, os professores pareciam se sentir muito a vontade, pois não havia muita restrição em relação à exposição de suas dúvidas.

A professora E comentou: *“vale ressaltar que ninguém nunca pediu que fizéssemos nada no espaço; a gente está acostumado com os livros, com tudo estático. Fiz um curso de Astronomia recentemente na diretoria e era tudo fixo, desenho, papel, e lá você nos pegou no espaço. Nunca ninguém fez aquilo comigo”*.

Essa fala foi corroborada pelos demais professores. A professora T comentou: *“você fez uma dinâmica conosco. Dessa forma, parece que você aproxima a realidade e nos coloca no espaço. É como se fossemos, na verdade, um astronauta, e daí como que está acontecendo”*. Disse também que sempre havia pensado na Lua pela influência de sua formação em fitoterapia e que se deparou com uma situação descrita por ela mesma como *“horrrível”* se pensada na sua função como professora, questionando-se: *“o que eu passei para o aluno quando tentei ensinar este conteúdo? Nada”*.

A professora R expôs que saiu da entrevista muito preocupada, porque sempre trabalhou com o livro didático e que, na 'entrevista', no momento da representação dos eclipses, por exemplo, sentiu-se muito confusa e também se questionou sobre o que ensinava a seus alunos. Esta professora comentou ainda que representou os objetos astronômicos muito próximos e a relação de tamanhos também não estava adequada. Porém,

tinha consciência de que tanto os tamanhos quanto as distâncias eram muito maiores e saiu da 'entrevista' pensando em porquê havia colocado uma Terra tão pouco menor que o Sol, por exemplo.

Comentamos que exatamente aqueles pontos levantados por eles faziam parte do objetivo da 'entrevista', ou seja, a inovação do ponto de vista, a proposta de um olhar para a Astronomia diferenciado em relação ao livro didático, o embate entre conhecimentos já sedimentados com uma nova disposição espacial, além de um re-pensar no próprio trabalho pedagógico. Comentamos também que os dados coletados durante as entrevistas eram, na verdade, o fundamento do curso e de toda a sua proposta, e que estruturamos aquele curso de tal forma a atender as necessidades que percebemos durante as entrevistas.

Ressaltamos, ainda, a importância da entrevista, principalmente pelo seu aspecto tridimensional, em que os astros estão dispostos no espaço e não em um plano, como é o caso de desenhos e fotografias. Enfatizamos também que, até então, os cursos no tema de Astronomia não ressaltavam esse aspecto tridimensional, realizando, em sua maioria, atividades bidimensionais. Ficamos felizes em observar a interseção entre a percepção dos professores em relação às entrevistas e o objetivo das mesmas e esperávamos que o curso realmente entrasse em ressonância com as perspectivas deles.

Comentamos que os conteúdos de Astronomia acabam se tornando difíceis principalmente devido à natureza das explicações contidas nos materiais instrucionais. Em sua maioria essas explicações, partem de

pressupostos ainda não compreendidos e sedimentados, como o caso da forma da Terra. Dessa forma, as dúvidas vão se acumulando. Aliado a isso, normalmente nos sentimos na obrigação de conhecer esses pressupostos e, muitas vezes, nem mesmo temos consciência de que, de verdade, não os conhecemos. Pudemos perceber nas recordações da ‘entrevista’ que as dúvidas e as dificuldades levantadas foram quase unanimidade. Assim, não parece que sejam coisas tão simples, afinal não foi apenas uma pessoa que apresentou dificuldades no tema.

A professora F comentou que se interessou muito pelo tema relacionado à Lua e pesquisou sobre o assunto na Internet. Disse também que a noção exposta em um site que encontrou era até interessante, porém quando saía para olhar o céu, dizia: “*e o que estou vendo? É complicado relacionar essas coisas*”.

Após essa discussão sobre as recordações da entrevista, realizamos uma atividade para problematizar a forma da Terra e os elementos em questão para a conceituação de uma Terra esférica.

Iniciamos com uma questão: “*quem aqui tem certeza de que a Terra é esférica e acha muito tranquilo viver numa Terra esférica?*” Inicialmente, houve um silêncio e rumores do tipo: “*é o que a gente aprende, né?*”. Em seguida, alguns comentários foram esboçados.

A professora E afirmou que essa era uma boa questão e que nunca havia pensado nisso antes. A Professora T comentou inicialmente que “*pensando nas questões ambientais não seria tranquilo*”. Mais tarde, afirmou: “*é complicado pensar em como é estar na Terra, se você está em*

pé ou de cabeça para baixo". A professora S, de maneira incisiva, ressaltou que *"se você for pensar, não é nada tranqüilo, principalmente pensar que ela está solta no espaço"*. A professora E recordou de questões antigas pensadas enquanto criança e revelou: *"eu lembro de quando eu era pequena, na 5ª série, isso me marcou, perguntei para a professora e ela não soube responder. Quando pensava na Terra, ela é redonda não é, e se tiver um furo, um terremoto ou sei lá o que, o que vai acontecer? Vamos cair? Vamos embora? E aí morre todo mundo? Ela não está pendurada, lá em cima. Tinha o globo e a gente pensava: aquilo está pendurado, ou não está? Quando a gente é pequena, a gente não sabe, não tem essa noção"*. Aquecendo essa discussão, alguns professores comentaram: *"a gente só pensa em esfera quando estuda. No dia-a-dia estamos no plano 100% do dia. É assim: Terra embaixo e céu em cima"*. Em meio a tantos comentários em defesa de uma Terra plana, a professora A lançou: *"eu acho que, apesar de toda a dificuldade, deve ser a melhor forma, a esfera"*.

A partir do dilema exposto em relação à forma do planeta em que vivemos, separamos os professores em dois grupos: um que defenderia a Terra esférica e o outro, a Terra plana. Aqueles que se sentissem melhor vivendo numa Terra plana defenderiam a Terra plana e os que acreditassem viver bem mesmo numa Terra esférica, defenderiam a Terra esférica.

Inicialmente, cada grupo conversou entre si e preparou a defesa da sua concepção de Terra. Em seguida, fizemos um debate entre os dois grupos no tema: Terra, esférica ou plana?

O debate, iniciado pelo grupo da Terra plana (GTP), começou com várias exposições referentes à forma de conceber uma Terra plana, entre elas: *“não existem países que estão embaixo ou em cima”, “se ela fosse redonda, as pessoas iriam escorregar”, “na construção de casas, elas deveriam ter paredes maiores e menores para acompanhar a curvatura do planeta”, “as geleiras do pólo norte vão derreter e a água vai embora, cair, escorrer”, “teríamos várias doenças como as de circulação, labirintite”, “matematicamente, se você é capaz de andar em várias direções, partindo de um ponto, a única equação possível é de uma reta. Se fosse curvo, não ia a várias direções. Assim, a Terra é que é infinita e não o espaço”.*

Nesse momento, o grupo da Terra esférica (GTE) perguntou: *“como o pólo norte receberia a luz solar, sendo a Terra plana?”*. O GTP responde que não haveria problemas para isso. Sendo ela plana estaria o Sol em cima, iluminando a Terra.

Em meio a tantos elementos, o grupo da Terra esférica questionou vários aspectos levantados. Um deles, o da Terra infinita: *“se a Terra é infinita, como explicaria a saída do homem para conhecer outros astros no espaço?”*. O GTP afirmou que se levasse em consideração o pressuposto de que o homem já saiu da Terra e que conhece outros astros, não haveria como argumentar.

Uma outra colocação efetuada pelo GTE foi a seguinte: *“se sairmos do Brasil, em direção ao oceano atlântico, atravessamos a Ásia, a Oceania e chegamos novamente no Brasil”.*

O grupo da Terra plana questionou se eles já haviam efetuado esse percurso e se tinham provas de que realmente isso ocorreria. O grupo também argumentou que poderíamos dar uma volta na USP e chegar ao mesmo ponto, mesmo ela sendo plana, ou seja, seria como dar uma volta numa praça.

O GTE contra-argumentou, dizendo que isso seria andar em círculo e não dar a volta. Porém o GTP rebateu afirmando que o nome não importava.

Interrompemos a discussão e pedimos para o GTE apresentar os argumentos da Terra esférica antes de questionar o GTP, de forma que a discussão ganhasse mais elementos.

O GTE afirmava de maneira bastante incisiva que não tinha argumentos, mas sim fatos. Os elementos apresentados por eles foram: estações do ano, fusos horários, satélites e as navegações. O grupo também disse que a visão deles não seria suficiente para dizer que a Terra era infinita.

O GTP, então perguntou: “*e como vocês sabem que a Terra é redonda?*” O GTE respondeu que aparentemente a Terra parecia ser plana devido a seu tamanho e que um arco de uma circunferência muito grande seria plano. Um outro argumento dado foi o da onda de rádio que não chega ao Japão, sendo emitida pelo Brasil, mesmo a uma grande altitude.

O GTP afirmou que ainda não conseguia entender como a Terra seria redonda, pois para ele ainda não havia argumentos palpáveis. Eles também disseram que, como não viam a onda de rádio, então o argumento dado pelo GTE não fazia sentido.

O GTE argumentou que ao vermos um barco, em alto mar, o barco vai desaparecendo pouco a pouco e não por completo, e que, se a Terra fosse plana, o barco desapareceria totalmente. O GTP rebateu esse argumento, afirmando que isso estaria associado à limitação da visão, a qual não alcançaria objetos muito distantes; sendo a distância aumentada, os objetos, segundo eles, tenderiam a desaparecer pouco a pouco.

Nesse sentido o GTP pediu afirmações ou provas de uma Terra esférica e não questionamentos sobre a Terra plana. Porém, o GTE continuou a perguntar e pediu explicações sobre como seriam as fases da Lua na Terra plana.

O GTP explicou os fenômenos. Mostrou que o movimento diário do Sol seria o responsável pelo dia e a noite, e que a Lua acompanharia o movimento do Sol formando as suas fases.

Em outro momento, o GTE questionou a possibilidade de se explicar a diferença das estações nos hemisférios com uma Terra plana. O GTP contra-argumentou, solicitando ao GTE a explicação desse fenômeno com uma Terra esférica.

Os professores levaram bastante a sério a discussão. Não desejavam perder a ‘briga’ pela forma da Terra e se agarravam às explicações mesmo sem um pensar mais profundo. Defendiam também as posições dos colegas de grupo com “unhas e dentes”.

Na tentativa de acalmar os ânimos, perguntamos ao grupo o que haviam percebido de diferenças entre eles. O GTP confessou: “*a gente estava acreditando, eu já estou até acreditando que a Terra é plana*”. O

outro grupo, apesar de ter afirmado acreditar na Terra redonda, não apresentou argumentos que comprovassem isso.

Comentamos: *“você vejam que é mais difícil conseguir argumentos de que a Terra é redonda do que plana. Não é fácil sair do dia-a-dia e ter um distanciamento para afirmar que a Terra é redonda. Uma outra coisa é sobre os satélites. Você acreditam naquelas fotografias? Não poderia ser um disco? Não seria uma composição? Percebemos que foi muito difícil encontrar argumentos para a Terra redonda: não é à toa que demorou tanto tempo para sairmos de uma Terra plana. Um outro elemento importante diz respeito à mudança de visão de mundo. Se formos para uma Terra plana, o Sol terá que se movimentar, ou seja, o modelo de Sistema Solar é diferente, não é mais o mesmo. Foi possível identificar também que a Terra ficou estática e, então, a concepção de mundo mudou. É diferente. Neste, a Terra está no centro e no outro o Sol parece exercer esse papel”*.

Discutimos sobre alguns elementos que poderiam ser repensados em função dos argumentos levantados pelos grupos e que, no fervor da discussão, um pouco da riqueza do debate se perdeu em função de uma defesa ‘cega’. Além disso, comentamos que seria interessante se pudéssemos re-olhar, re-pensar e re-criar os modelos para defendê-los.

Explicamos que uma mudança de olhar é uma mudança conceitual e que não era possível haver uma mudança apenas da forma da Terra, mas sim de todo um conjunto de elementos que nos fazem pensá-la plana. Sendo assim, não era apenas a forma da Terra que estava em questão, mas toda uma concepção de mundo.

Expusemos alguns argumentos levantados ao longo da história da ciência para provar a esfericidade da Terra. Entre eles, o argumento de Aristóteles para o caso do afastamento dos navios, em que o casco desaparece primeiro para mais tarde desaparecer o mastro. Explicamos que não se tratava de um caso de desaparecimento total ou diminuição do barco com a distância, mas de um desaparecimento do barco pouco a pouco, da parte inferior para a superior. No caso de uma Terra plana, o desaparecimento deveria ser total com a distância. Um outro argumento era o das constelações: com a movimentação do homem pela superfície do planeta, perceberam-se constelações novas e outras não mais visíveis. Ora, numa Terra plana, as estrelas deveriam ser as mesmas em qualquer ponto da Terra. Uma outra argumentação, um pouco mais complexa, estava relacionada aos eclipses: no caso do eclipse lunar, a sombra da Terra é projetada na Lua e esta sombra é sempre curva. Porém, seria necessário saber que o eclipse lunar é a passagem da Lua pela sombra da Terra.

Para ampliar os argumentos para a defesa de uma Terra esférica e realizar uma discussão sobre como seria viver num planeta que aparentemente fosse plano para, em seguida, transpor os aspectos vivenciais para uma Terra esférica, sugerimos uma atividade que problematiza a direção da vertical na Terra esférica.

Pedimos para que os professores construíssem pequenas árvores de papel, com caule de canudinho plástico e copa de papel e as posicionassem em quatro pontos diferentes de uma bola de isopor que representava a Terra: nos pólos, no Brasil e no Japão. Para isso, eles deveriam desenhar

também os continentes na bola de isopor e, em seguida, pendurá-la em barbante suspenso na janela da sala de aula para efetuarmos uma discussão sobre aquela construção, bem como uma reflexão sobre a ação da força gravitacional. Ao final das construções, os professores deveriam observar as outras construções para que pudessemos estabelecer paralelos e comparar as distintas montagens.

O primeiro desafio para eles foi desenhar os continentes, alguns pelo desconhecimento e, outros, pelo dimensionamento: iniciavam por um dos continentes e percebiam que haviam feito um desenho muito grande, não cabendo os demais.

Quanto à inserção das árvores na Terra, a maioria dos professores espetou-a na bola de isopor, indicando que as raízes estavam fixas na Terra. No entanto, alguns professores, apesar dessa disposição, ajeitaram as copas das árvores para cima. Vários professores não inseriram árvores no pólo sul. Havia regiões privilegiadas como, por exemplo, a parte superior da esfera.

Após a visita dos professores às montagens dos colegas, pedimos para que cada um explicasse o porquê das suas construções. A professora A afirmou que escolheu posicionar uma árvore em cada um dos quatro continentes desenhados e que tentou colocá-las perpendicularmente à superfície, direcionando o caule das árvores para o centro da Terra. Porém, não havia ficado muito certinho e se olhasse, parecia de cabeça para baixo. Questionamos se ela acreditava mesmo que fosse assim e ela afirmou que aprendeu que seria daquela forma e que então acreditava.

A professora F montou as árvores de acordo com as características de cada uma das quatro regiões, e as colocou na América do Sul, do Norte, Central e na África. Pela vegetação local, no Brasil foi ‘plantada’ uma palmeira. Perguntamos a ela se as árvores iriam crescer na direção exposta. Ela sorriu e disse que dependeria do local e do Sol.

Uma outra professora disse que não quis furar o planeta e, então, colocou fita adesiva e as árvores ficaram deitadas. Assim como a professora F, ela se preocupou mais com os tipos de árvores característicos de cada região.

Nesse momento, perguntamos se alguém gostaria de mudar as representações efetuadas. A maioria afirmou que não e a professora E comentou que, na verdade, não gostaria de colocar as suas árvores com as raízes fincadas na Terra, e que gostaria de colocá-las de tal forma a deixá-las em pé e não enfiadas, porém não sabia como fazer. Neste momento, realizamos a mudança utilizando fita adesiva.

Perguntamos novamente se mais alguém gostaria de mudar e a professora T disse que não, por causa do centro de gravitação. Perguntamos: “*você acha que, em havendo um centro de gravitação, as árvores estariam certas?*” Ela disse que sim e ao explicar sua representação, afirmou que só conseguia verificar se a posição de cada uma das árvores estava correta, girando a Terra de tal forma que a árvore em questão ficasse de cabeça para cima.

Verificamos que em algumas construções, as copas das árvores estavam para cima, embora os caules estivessem fincados na terra; ou seja,

dobravam os caules de forma a deixar as copas para cima, conforme pode ser observado na Foto 1.



Foto 1: Árvores “plantadas” na representação da Terra.

Iniciamos uma discussão baseada nas informações dos professores sobre o porquê de cada um ter colocado a árvore do jeito que colocou, se ficaria de ponta cabeça e sobre o significado do subir ou descer geográfico e gravitacional.

Discutimos com eles o significado de vertical na superfície da Terra, ou seja, aquilo que eles chamam de ‘estar de pé’, e qual o significado disto numa Terra esférica. Iniciamos pelo conceito da força gravitacional e de sua direção para o centro do planeta e, então, citamos um exemplo: ao enterrar um poste, para que ele fique de pé, é necessário que ele esteja na direção do centro da Terra, perpendicular a superfície. Sem pensar na rotação do planeta, a vertical seria uma reta que passasse pelo centro da Terra. Ao olharmos para as árvores construídas, percebemos que muitas delas não estavam exatamente na vertical, dirigidas para o centro da Terra. Aquilo que estamos chamando de vertical é, na verdade, uma vertical em relação à superfície terrestre.

Quando a professora E quis mudar a posição das árvores, pareceu que gostaria de estar de pé no planeta e que tentava associar a posição da árvore na representação à aspectos vivenciais numa Terra que, em nosso cotidiano, mostra-se plana. O mesmo ocorreu com a professora T que

mudava a posição do planeta, de tal forma a estar falando e avaliando a posição de cada árvore apenas com esta virada para cima, quando a mudança deveria ocorrer na direção da árvore, que parecia inclinada.

A sensação que tivemos foi de que a preocupação dos professores estava em inserir ou fixar a árvore e não na direção que ela teria em relação à Terra. Poucos se preocuparam com direcionar a árvore para o centro da esfera.

Um outro elemento importante foi o fato de todos os professores pendurarem a bola de isopor representando a Terra com o pólo norte para cima. Perguntamos para eles se havia essa necessidade. E eles comentaram que não existia ‘cabeça para baixo’. Identificamos com eles que o “embaixo” é, na verdade, para o centro da Terra. Então, no pólo Sul, em que há uma maior dificuldade de compreensão, a árvore cresce no sentido contrário ao centro da Terra, sempre para fora. Assim, o “em cima” e o “embaixo”, comuns em nosso cotidiano, tornam-se relativos ao ponto situado na superfície da Terra. Discutimos que era inadequado falar que o pólo norte está em cima e o pólo sul embaixo, já que o “embaixo” gravitacional é para o centro da Terra. Além disso, explicamos que posicionar o pólo norte ‘para cima’ era uma convenção, já que o planeta pode ser visto a partir do espaço em diferentes pontos. A dificuldade pareceu estar envolvida ao estabelecimento de elos entre aquilo que vemos morando na Terra, no nosso cotidiano, e aquilo que pensamos no modelo. Em muitos casos, o situar na parte superior do planeta ou a tentativa de ficar sempre de cabeça

para cima é, na verdade, não entrar num conflito entre aquilo que vemos habitualmente e como aquilo que, se visto no todo, seria.

O professor M perguntou se havia alguma forma mais simples de explicar a força gravitacional para os alunos, porque ele sentia dificuldades em explicar para os mais novos esse assunto. Nesse momento, alguns professores comentaram que explicam a força gravitacional usando o movimento de vários objetos diferentes e a observação de como esses objetos caem. Uma outra professora citou uma aplicação, ou seja, uma influência da ação da gravidade como, por exemplo, no processo de envelhecimento.

Explicitamos que a física, enquanto ciência exata, não explica o porquê de uma massa atrair outra. A física apenas se compromete em explicar o como essas massas são atraídas. Explicar o porquê de uma massa atrair outra ou mesmo o porquê da existência dessa força seria uma questão filosófica. Explicamos que havia, na física clássica, modelos para explicar a força gravitacional, de tal forma a fazer previsões e lançamentos de foguetes. Entretanto, ao entrarmos na física moderna, o nosso espaço muda, e então a visão de mundo também se modifica. Explicamos também que uma mesma percepção de movimentos dos planetas em torno do Sol, por exemplo, é explicada de maneira diferente pela física clássica e moderna.

Uma possível explicação para os alunos de 5ª série seria dizer que existe uma força de atração entre massas, e que, por isso, a Terra atrairia os objetos em direção ao seu centro e eles cairiam. Os objetos também

atrairiam a Terra, porém como a massa da Terra é muitas vezes maior que a dos objetos próximos a Terra, o deslocamento da Terra seria praticamente nulo.

Apontamos ainda que algo interessante sobre a força gravitacional também seria pensar na forma esférica da Terra e da maioria dos demais astros. Essa forma é caracterizada pela força gravitacional que condensa a matéria e, então, cada parte da matéria ocupa a menor distância possível em relação à outra. Quando isso ocorre, a forma que o corpo possui é esférica. Essa é a forma de equilíbrio mais estável.

Uma professora nos questionou sobre as diferenças entre a força gravitacional e a magnética. Assim, retomamos as quatro forças e explicamos que as forças gravitacional e magnética possuem naturezas diferentes.

Apresentamos, na seqüência, os modelos de Terra pensados por crianças que fizeram parte de uma pesquisa nossa feita no ano de 1998. A apresentação desses modelos teve o objetivo de mostrar outras formas de pensar a Terra. Comentamos que conhecer esses modelos talvez nos ajudasse a pensar em elementos para o ensino da Astronomia no nível fundamental.

Relatamos que nessa pesquisa encontramos cinco modelos diferentes de Terra entre crianças de 6 à 14 anos de idade. O primeiro modelo, o da Terra plana, foi encontrado principalmente em crianças mais jovens. Nesse modelo, a Terra é exatamente isso que nos parece através do olhar direto. No segundo, que denominamos de Terra dupla, havia duas

Terras: uma, a que ele vive, a Terra plana, e a outra, a Terra planeta, em que vão satélites e astronautas. Havia neste modelo uma clara dissociação entre a Terra em que ele vive e aquela que aparece na TV ou nos livros. Em uma outra Terra, a Terra oca, as pessoas estavam localizadas dentro da Terra, também plana, e assim era possível explicar o fato da Terra parecer plana, mas ter uma forma esférica por fora. Também ocorreu a representação de Terra esférica, porém com um grande achatamento nos pólos, em que, em alguns casos, havia uma vertical absoluta; e em outros, o fato da Terra ser achatada o ajuda a permanecer no plano, pois ao colocar um boneco, a criança o posicionava apenas nos pólos, em cima, e no pólo de baixo, por dentro. E o quinto modelo foi o da Terra esférica, com a vertical relativa, o mais aceito pela ciência.

Finalizando o dia, na tentativa de mapear o crescimento dos professores em relação às concepções anteriores, fizemos, na última meia hora de aula, uma discussão sobre as mudanças conceituais deles. Pedimos para que cada um relatasse suas impressões em relação ao curso até o momento.

A professora E iniciou a discussão dizendo que achou muito interessante o fato de começar a aula exatamente com as dúvidas que eles possuíam. Ela afirmou que várias questões que foram feitas, principalmente após a entrevista, foram discutidas ali, dizendo que considera essa uma forma interessante de trabalhar. Referiu-se à tarefa de ensinar e aos professores que podem deixar suas aulas mais interessantes se usarem uma metodologia similar: partir daquilo que é dúvida ou uma situação-

problema. Comentou ainda que seu conceito de centro da Terra havia melhorado, afirmando que não sabia o significado de “em cima” e “embaixo” e que a direção da vertical era para o centro da Terra.

A professora S complementou, afirmando que nem havia pensado em centro quando colocou a árvore na Terra. Mesmo quando foi dada a possibilidade de mudança da árvore, ainda assim ela, não havia pensado em centro, por isso não mudou naquele momento, mas que agora havia ficado bastante clara a direção da vertical.

A professora A, que foi a primeira a comentar sobre a sua representação de árvores na Terra e apresentou boas noções sobre a direção e o sentido da vertical, comentou que este era um assunto que já conhecia, porém sempre falava para os alunos em ‘ponta cabeça’ e nunca havia imaginado o para baixo como para o centro. Um outro erro que percebeu que cometia era dizer que o centro da Terra era como um ímã muito forte e que, quando você estivesse perto deste ímã, seria atraído e conforme você fosse distanciando, a força diminuiria. No entanto, essa comparação, pelo que havia percebido, poderia dar margem a uma associação indevida. Afirmou, ainda, que apesar de tentar mudar um pouco em relação ao livro, ainda assim, ela se perdia.

A professora R destacou a questão do que é “em cima” e o “embaixo” e afirmou que uma grande preocupação que possuía em relação ao trabalho com alunos era um receio de possuir conceitos equivocados. Afirmou que poderia até mesmo realizar um levantamento de concepções prévias com os

alunos, porém se ela ainda possuísse conceitos equivocados e acreditasse neles como corretos, teria dificuldades em ajudá-los.

Comentamos que os elementos levantados por ela eram de naturezas diferentes. Caso ela tivesse um conceito errado o passaria independente da metodologia escolhida. E que a nossa sugestão em fazer um levantamento com as concepções espontâneas estava relacionada a uma maior aproximação do pensar do aluno, na tentativa de ir ao encontro dos conceitos deles, para tornar mais palpável o novo conceito. Normalmente, realizamos levantamentos quando estamos mais seguros num determinado conteúdo. E esperamos que, pelo menos no conteúdo de Astronomia, que estávamos trabalhando ocorra um sentimento maior de capacidade para ensiná-lo.

A professora T comentou que considera importante a metodologia centrada na concepção espontânea porque, se lembrou do dia da entrevista em que, inicialmente, colocou a bonequinha correta, com a vertical relativa e quando perguntada se ficaria assim mesmo, de ponta cabeça, afirmou que mudou e depois, ao sair da entrevista ficou se questionando: “*mas eu não ando de ponta cabeça*”, mostrando uma insegurança no conceito. À medida que fomos estudando cada elemento da Terra, e da gravidade, foi ficando mais claro, e agora ela se sentia mais segura para trabalhar esse conceito. No entanto, ela disse ainda ter dúvidas quanto aos elementos mais relacionados à Geografia, como os continentes, e a localização do equador e, também quanto a ver o todo e relacionar suas partes como, gravidade, magnetismo etc.

Perguntamos se eles acreditavam que realizar a atividade de colocar a árvore na esfera tenha mudado o olhar deles para o espaço. A professora R afirmou que seu olhar para o espaço mudou, afinal, ela, ao construir sua montagem, não havia pensado em momento algum em apontar as árvores exatamente para o centro, apenas queria deixá-las em pé.

Finalizamos a discussão do dia pedindo para que eles fizessem uma atividade para casa, de tal forma a pensar mais um pouco sobre o “em cima” e o “embaixo” com a história em quadrinho: Mafalda (ANEXO F, p. 268) e que tentassem acalmar a Mafalda em relação a morar no hemisfério sul da Terra. Pedimos, também para casa, uma outra atividade, como forma de ampliar a discussão da forma da Terra: responder algumas questões contidas no material do GREF (ANEXO G, p. 269).

Verificamos, ao longo desse primeiro dia, que a entrevista pareceu ter cumprido seu papel de suscitar dúvidas através de um re-olhar para os astros no espaço tridimensional. Dada a proximidade da entrevista ao início do curso, poucos professores procuraram sanar suas dúvidas. Os poucos que tentaram, tiveram dificuldades, principalmente em relacionar aquilo que vêem à teoria. Alguns comentaram também que tinham um receio em aprender conceitos equivocados.

Quanto à Terra, verificamos a presença de muitos elementos característicos da Terra plana, apesar de não estarem tão presentes na entrevista. Quando perguntamos sobre as dificuldades em viver numa Terra esférica, vários professores levantaram suas principais dificuldades quando pensam viver numa Terra esférica, como o porquê das coisas não caírem,

ou saírem rolando, ou ainda, o fato de não viverem de cabeça para baixo. Esses eram elementos que necessitavam de um contexto, de uma explicação.

O Grupo da Terra plana defendeu fortemente sua concepção e apresentou muitos argumentos para esta visão, enquanto o grupo da Terra esférica se prendeu a questionar as visões de Terra na forma plana. Percebemos, ainda, dificuldades no grupo da Terra esférica em argumentar a forma esférica da Terra, apesar do ar de certeza quanto a essa forma exposta por esse grupo.

Nessa atividade, verificamos que defender uma Terra esférica é bem mais difícil que a defesa da Terra plana, já que esta última tem a vantagem da aparência, do aspecto vivencial em maior evidência. No entanto, a riqueza dessa atividade está em levantar os muitos aspectos cotidianos que nos levam a pensar numa Terra plana, e em como questionar esses aspectos. Acreditamos que o debate entre essas duas formas de pensar a Terra aproxima os professores, não apenas das suas próprias dúvidas em relação à forma do planeta, como também de questionamentos pensados por alunos, de tal forma a estabelecer um diálogo mais rico e eficiente entre essas partes.

A atividade seguinte, sobre como nos posicionamos na Terra, foi muito interessante. Muitos professores espetaram as árvores na Terra, porém não perceberam que havia uma forma adequada para isto. Apenas queriam deixá-la em pé. Percebemos que, através dessa atividade, não apenas o posicionamento correto da vertical, apontando para o centro da

Terra, foi conquistado, como a visão de “em cima” e o “embaixo” ganhou nova dimensão.

4.2 Segundo dia: ênfase na forma e na aparência e Lua

Nesse segundo dia a nossa principal intenção era debater a forma e a aparência dos astros. Acreditamos que um elemento fundamental na compreensão das formas dos objetos astronômicos está relacionado à forma aparente deles no céu. Assim, estabelecer um vínculo, um elo, entre as múltiplas formas aparentes, vistas sob diferentes ângulos, para então compor a forma do astro era também uma tarefa desse curso.

De forma a sensibilizar o olhar e também a vivenciar a construção de um objeto, passamos um vídeo e pedimos para que os professores identificassem de que coisa se tratava a partir das várias cenas apresentadas. Esse vídeo mostrava um objeto que ia se modificando a cada instante, o que tornava difícil a sua identificação. As cenas eram mostradas muito de perto, não sendo possível saber exatamente do que se tratava. No fim, estourava uma pipoca e, então era possível concluir e reconstruir o objeto: cenas de um milho de pipoca fritando no óleo quente.

Pudemos discutir como o olhar para o objeto vai modificando a medida em que este vai ganhando mais elementos. Ao final do vídeo, foi possível retomar as imagens e pensar no milho numa panela com óleo, o que a princípio era uma tarefa quase impossível.

Em seguida, apresentamos o texto “Os ciclos da natureza” da revista *Ciência Hoje* (ANEXO H, p. 270) e efetuamos uma leitura conjunta deste. No

texto, o autor construiu uma história relacionada a um exercício de imaginação da visão de uma cidade vista sob distâncias variadas.

Mostramos também imagens que iam desde uma visão da nossa galáxia até a célula de uma planta, num movimento de afastamento e aproximação, com uma diferença entre os slides de uma potência de dez²⁸. Ao mesmo tempo, pedimos para que os professores observassem um livro chamado Zoom²⁹ que mostra, a cada página, uma modificação da cena imaginada anteriormente.

Estabelecemos uma relação entre o vídeo, no qual havia uma certa expectativa em se chegar ao fim para descobrir, enfim, de que objeto se tratava; as imagens em potência de dez, em que a ordem de início pela via Láctea ou pela célula não fazia diferença, pois reconhecíamos apenas algumas cenas mais próximas ao nosso cotidiano; e o livro, em que a cada página construíamos uma cena e, na página seguinte, encontrávamos uma quebra da cena construída anteriormente, num movimento de construção, quebra e reconstrução que ocorria em toda a leitura do livro.

Realizamos uma discussão sobre a questão da observação, discutimos sobre o cuidado inerente ao ver, em que as coisas nem sempre são aquilo que vemos imediatamente e que nem sempre é possível identificar através de um simples olhar o objeto em questão. Em muitos casos é preciso aguardar mais elementos e observações para fazer algumas inferências ou conclusões.

²⁸ Existem várias versões deste conjunto de imagens. Uma delas pode ser encontrada na primeira edição da Revista Super Interessante (1987).

²⁹ Banyai, Istvan (1995). **Zoom**. São Paulo: Brinque Book.

Retomamos a forma da Terra e a sua aparência plana no nosso dia-a-dia, em a nossa escala de observação. Comentamos que a forma do nosso planeta não poderia ser definida a partir da observação direta e que seria necessário um cuidado em observar mais, em outros ângulos, em outras distâncias e para outras escalas. Relacionar elementos como fenômenos, por exemplo, era uma tarefa permanente de construção, ruptura e reconstrução.

Em seguida, discutimos a atividade para casa, entregue na segunda-feira: Mafalda. Os professores afirmaram que gostaram bastante da atividade e da forma como a Mafalda cria situações para fundamentar sua teoria dos países subdesenvolvidos estarem de cabeça para baixo. Para tranquilizar a Mafalda, os professores afirmaram que o fato do pólo norte estar posicionado para cima dependeria do ponto de referência e que não haveria “em cima” ou “embaixo”. Essa disposição era política e não única. Também teceram comentários sobre a questão do centro de gravidade, ou seja, o “para baixo” significando “para o centro da Terra” e não para o “pólo sul” como era comum pensar.

A professora T afirmou: *“ao ler a história, me senti como se eu fosse a Mafalda ontem, na atividade, acho que nós éramos a Mafalda ontem. Explicaria à Mafalda semelhante ao que fizemos na aula de ontem, passo a passo reconstruiria com ela a idéia do ‘em cima e ‘embaixo’, como vocês fizeram conosco ontem”*.

Também retomamos a história em quadrinho do Hagar (ANEXO G, p. 269) entregue para casa na segunda-feira. Os professores teceram

comentários sobre o aspecto da Terra plana relacionando-o ao tamanho da mesma. Dessa forma, os professores perceberam que, sendo a Terra muito grande em relação ao homem, seu aspecto visual é plano, apesar de se tratar de uma esfera, quando vista de longe. Pareceram relacionar bem a questão do ponto de vista para a observação da Terra e do fator de escala relacionado à observação.

Apresentamos, em seguida, uma outra história em quadrinho da Mafalda (ANEXO I, p. 271). Pedimos para que os professores realizassem uma síntese dessa história. Todos citaram a questão do ponto de referência e a variação das aparências das dimensões quando comparadas a objetos de diferentes tamanhos, numa mudança de escala. O professor N foi além em sua síntese, ao relacionar explicitamente essa relatividade das dimensões também para objetos astronômicos: *“a Lua, vista da Terra, parece-nos pequena e as estrelas, ainda menores, mas se nos aproximarmos destes corpos celestes, não só a Lua assume um tamanho muito maior, como perceberemos que as estrelas têm dimensões várias vezes superiores a ela”*.

Em seguida, nos dirigimos a uma sala de laboratório com cortinas para diminuição da intensidade da luz externa para efetuarmos uma atividade com luz e sombras. Iniciamos problematizando a Lua e suas múltiplas formas aparentes, perguntando: *“O que é enxergar a Lua? Como a enxergamos? Muitos já ouviram falar que a Lua sempre mostra a mesma face para a Terra, então como é possível saber como é atrás da Lua, sem ir até lá?”*

Ao fazer essas questões, os professores levantaram algumas dúvidas sobre os eclipses e as fases da Lua, principalmente sobre o posicionamento dos astros Sol, Lua e Terra nesses fenômenos. Conversamos um pouco sobre esse assunto, e para ajudar a responder as questões levantadas, iniciamos a atividade: *O que há por detrás das sombras?*

Dividimos os professores em três grupos. Os professores N, R e S fizeram o papel de manipuladores dos objetos na produção das sombras. Os demais iriam adivinhar o objeto responsável pelas sombras.

No momento da execução desta atividade foi possível verificar que os professores rapidamente entendiam que a identificação do objeto era feita a partir da composição das imagens. Logo no início, eles tentavam adivinhar a forma do objeto com uma única imagem. Para a esfera, por exemplo, o “chute” dado pelos professores foi de *disco*, pois não havia outras possibilidades. À medida que o objeto se movia, eles faziam outras tentativas. Na análise dos objetos seguintes, eles se tornavam mais cuidadosos: só arriscavam após alguns movimentos realizados pelos objetos e começavam a admitir outras hipóteses, quando não haviam observado o objeto como um todo.

A experiência mostrou que os professores tentavam, inicialmente, inferir a forma do objeto a partir de uma única sombra. À medida que o objeto era movimentado, apresentando outras projeções, os professores passavam a perceber a necessidade de observar várias sombras e compô-las para, então, apresentarem uma conclusão sobre a forma do mesmo.

Ao final, pedíamos para eles montarem um teatro de sombras mostrando como seria possível explicar a forma dos objetos de suas sombras.

O grupo 1 contou uma história usando a forma do objeto para completar frases: “*Dentro do ○ da sua vida, deixe sempre uma ☆ brilhar*”, *para que ela não se torne um □*”. Nessa apresentação, os professores utilizaram a linguagem para ajudar a completar o aspecto da forma. Ao final, sugeriram que uma outra maneira de identificação dos objetos seria utilizar o movimento deles na presença de luz.

O grupo 2 construiu um personagem cujo corpo era composto por diferentes formas geométricas (um cubo na base, semi-esfera no quadril, um disco horizontal no tronco e um chapéu na cabeça). Contaram a seguinte história: “*Olá pessoal, eu sou a Maria, uma grande admiradora das estrelas ☆, fico diversas vezes olhando para o céu, à noite e adoro ver a Lua ○. A Lua é um satélite, satélite do nosso planeta, planeta Terra. A Lua gira constantemente ao redor da Terra [mostra a Lua em torno da Terra]. Isso provoca algo bastante interessante, os eclipses, que pode ser de dois tipos, o lunar e o solar. O Sol é a nossa estrela, a única do Sistema Solar. Existem muitas outras estrelas, e até maiores que o Sol. Um outro planeta que acho muito interessante é Saturno, com seus anéis com brilho intenso me faz pensar muito em coisas românticas e belas. Dentre tantas estrelas visíveis no céu, há algumas maiores e outras menores, algumas com brilho mais intenso e outras menos. Deixo uma pergunta a todos vocês: porque será que*

algumas estrelas brilham mais que outras?". A cada idéia ou objeto celeste, esse grupo mostrou um objeto no teatro de sombras.

O grupo 3 iniciou apresentando três formas distintas. Uma estrela de cinco pontas, um cubo e um semicírculo ou semi-esfera. Contaram uma história em forma de diálogo: S: *"Olha M, repare no aspecto da Lua, por que será que ela nos apresenta diferentes formas, às vezes na forma de uma letra C, às vezes com a letra D, às vezes cheia? Por que será que isso ocorre?"*; N: *"Será que foi sempre assim, todos têm a mesma visão que nós? Mesmo em outros países?"*; S: *"não sei, a Lua demora 28 dias para girar em torno da Terra e aproximadamente o mesmo tempo para girar em torno de si mesma, então os dois movimentos têm a mesma duração e só vemos uma face da Lua. Será que todos vêem uma única face da Lua?"*; N: *"não sei, vamos ver?, podemos observar a Lua a partir de pontos diferentes"*; S: *"como assim? Não estou entendendo nada"*; N: *"vamos supor que tenhamos duas pessoas na Terra, na linha do equador, uma na África e outra na Amazônia, no Brasil"*. S: *"eu acho que quem está no Brasil está vendo um lado e quem está na África está vendo uma outra face da Lua"*. N: *"como conseguiríamos verificar isso? Como é possível ver a Lua?"*. S: *"pela iluminação solar"*. N: *"qualquer ponto em que vemos a Lua ela parece um disco"*. À medida que esse grupo ia apresentando as teorias, também ia mostrando imagens através do teatro de sombras.

Ao final, tecemos comentários sobre as histórias e seus enfoques na oralidade para a identificação da forma do objeto. O grupo 3 comentou que tentou fazer a movimentação dos objetos para identificar a forma quando

explicou o movimento da Lua e da Terra. Verificamos, ainda, que uma preocupação imediata se instalava na montagem da história do teatro em si, sem o cuidado ou preocupação com o conteúdo indicado inicialmente.

Questionamos a todos sobre a concepção levantada pelo grupo 3: se de posições diferentes da Terra veríamos faces distintas da Lua. Alguns afirmaram positivamente, acreditando que veriam outros pontos da Lua ao mudarem a sua posição na Terra. Outros afirmaram negativamente, considerando a visualização da mesma face como independente da posição na Terra.

Iniciamos, então, uma atividade relacionada ao movimento da Lua. Perguntamos: *“será que a Lua tem movimento de rotação?”* e pedimos para simularem o movimento da Lua em torno da Terra. Todos deveriam realizar esse movimento em torno de um banquinho que fazia o papel da Terra. A professora R se questionou inicialmente: *“não sei nem para que lado deveria se movimentar”*. Observamos poucos movimentos com a mesma face sempre voltada para a Terra e muitos movimentos de duas ou várias rotações completas antes de cessado o movimento da Lua em torno da Terra.

Os professores E, G, F, M, R e S apresentaram seus movimentos ao grupo realizando duas ou várias rotações completas da Lua ao longo do seu ciclo completo em torno da Terra. O professor N realizou dois movimentos completos de rotação da Lua e acreditava que era apenas uma rotação que

havia efetuado e, que então, a rotação e a translação estavam síncronas. O mesmo ocorreu com a professora S.

Todos os professores acabaram apresentando o movimento de rotação não síncrono com o de translação, apesar de, inicialmente, termos observado alguns movimentos síncronos, como o do professor N e o da professora S, mas que foram modificados por eles.

A professora A afirmou que, ao tentar fazer o movimento, ficou pensando em como seria possível fazê-lo, já que os movimentos de rotação e translação da Lua são síncronos. Afirmou também que não saberia como seria possível realizar esse movimento.

Ao final da apresentação feita pelos professores de seus movimentos e explicações, efetuamos uma discussão sobre o tema. Iniciamos afirmando um conhecimento geral de que a Lua mostra sempre a mesma face para a Terra. Dissemos que da forma como haviam apresentado, a Lua estava mostrando todos os seus lados para a Terra. Realizamos os movimentos propostos por eles e mostramos essa ocorrência: a Lua mostrando todas as suas faces. A professora T discordou, afirmando que poderia fazer o movimento mostrando a mesma face para o Brasil, por exemplo, e então, outros países poderiam ver a outra face da Lua. Afirmou que não saberia como seria o movimento da Terra para que essa regra fosse cumprida. Dissemos que isso não ocorria e que os habitantes das diversas regiões do planeta Terra observavam apenas uma face da Lua. Propomos pensar em como seria o movimento da Terra e da Lua para que cada parte da Terra

observasse uma face diferente da Lua. Os professores concluíram que a Terra e/ou a Lua teriam que modificar seus movimentos. Uma outra hipótese levantada era a Lua ter um movimento geoestacionário. Neste caso, habitantes de apenas uma parte da Terra veriam a Lua, o que sabemos que não ocorrer.

Perguntamos como seria o movimento, considerando como verdade, o fato da Lua estar sempre com a mesma face voltada para Terra. Nesse momento, os professores começaram a afirmar que a Lua deveria estar sempre olhando para a cadeira, por exemplo. Ao fazermos esse movimento, perguntamos a eles que movimento estaríamos realizando. Afirmaram que seria translação. Assim, entramos numa discussão sobre o que seria transladar, e que esse movimento não seria, necessariamente, em torno de algo, e que o deslocamento de um corpo sem mudança na direção dos três eixos seria o que define o transladar, sendo o rotacionar, um movimento em torno de um eixo no próprio corpo em questão.

Pedimos para efetuarem na prática, em torno da cadeira, apenas a translação para verificarmos a diferença. Explicamos que a Lua, quando se movimenta e apresenta sempre a mesma face voltada para a Terra estaria também realizando rotação, e não apenas uma translação. E que a Lua varre os 360° em torno do seu eixo, porém mais lentamente que a Terra. E que apesar de vermos apenas uma face da Lua, possíveis habitantes da Lua seriam capazes de observar não apenas a Terra, mas o Universo como um todo. A diferença estaria em que, de um lado a Terra sempre estaria presente, e do outro ela não seria visível.

O sincronismo desses dois movimentos foi um tema amplamente discutido com os professores devido a uma grande dificuldade dos mesmos em perceber a ocorrência da rotação no movimento da Lua em torno da Terra, ao fazer o movimento fixando uma das faces para a Terra. A professora S afirmou que pensava em rotação como algo diferente, como um giro em torno de si próprio e realizou rapidamente esse giro com seu corpo. Quando confirmamos a sua teoria, garantiu: *“não acredito que eu esteja fazendo rotação quando estou sempre com a mesma face voltada para a Terra, não acho que estou girando em torno de mim mesma fazendo isso”*. Inserimos uma terceira pessoa externa à ‘Lua’ e à ‘Terra’ e, ao realizar o mesmo movimento, com sincronismo na rotação com a translação, verificamos junto aos professores que a pessoa que estava fazendo o movimento da Lua, com o rosto sempre virado para a Lua, observava a terceira pessoa em alguns momentos e em outros não e que isso só seria possível caso ela, fazendo o papel da Lua, estivesse rotacionando. A dificuldade deles estava relacionada ao tempo de duração da rotação e à ‘forma’ similar ao que ocorre com a Terra, ou seja, um giro completo com tempo menor que o da translação e desta forma, ‘ver’ a rotação mais claramente. Realizamos diversas vezes e de formas diferentes o mesmo movimento. Necessitamos, neste momento, definir melhor a translação e a rotação.

Em seguida realizamos com isopor e luminária simulações do movimento da Lua em torno da Terra para podermos explicar as fases da Lua.

Perguntamos se eles já haviam observado a Lua durante o dia. Afirmaram que sim. Questionamos a fase e alguns afirmaram: Lua cheia, mas sem certeza da fase.

Penduramos uma esfera representando a Terra com barbante desde o teto e deixamos a Lua livre para seu movimento em torno da Terra. Fixamos também o Sol, representado por uma luminária. E, através da iluminação, da relação Sol, Lua e Terra, discutimos as fases da Lua.

Ao observarem a iluminação, percebiam em alguns momentos, uma sombra na Lua. Então perguntamos: “*o que está ocorrendo neste momento, o que vocês observam?*”. Afirmaram que seria um eclipse, pois a Lua estaria tampando o Sol. Afirmamos que, dessa forma, como não temos eclipses mensais, a posição da Lua deveria ser outra. Assim, modificamos a inclinação da Lua de tal modo a não ocorrer dois eclipses por mês.

Quando perguntávamos: “*neste posicionamento que fase da Lua é?*”, muitos perguntavam: “*visto de onde?*”. Então afirmávamos: “*a partir da Terra*”, da parte em que é possível ver a Lua da Terra no instante em questão. Dessa maneira, definíamos também o local do nosso planeta em que seria possível ver a Lua naquele determinado momento. Alguns apresentavam dificuldade em posicionar-se na Terra e falavam nas fases a partir do local em que estavam, fora da Terra. Era, então, necessário um exercício de imaginação: todos deveriam se posicionar no local da Terra em que era possível ver a Lua. Alguns professores necessitavam fortemente se

movimentar para o local da Terra visível, para então afirmar sobre a fase da Lua.

Ao observar a Lua decrescente, a professora S percebeu que seu formato estava em forma de C e que conhecemos a Lua decrescente pela forma de D. Desta forma, questionou a forma aparente de C. Explicamos que essa forma de C refere-se ao observador do hemisfério sul apenas, e que, para o hemisfério norte, seria exatamente o oposto. O professor N lembrou da tira da Mafalda e afirmou: *“é porque estamos vendo do hemisfério norte, se nos posicionarmos no hemisfério sul veremos um C”*.

Chamamos atenção também para a localização da fase minguante da Lua no modelo e a relação disto com os horários de aparecimento desta fase no céu. Na localização da Lua minguante, parte da Terra está iluminada, de dia, portanto, e parte está escura, noturna. Então seria possível ver esta Lua tanto durante o dia, como à noite. Nas fases cheia e nova, predominam os horários noturnos e diurnos, respectivamente.

Afirmamos, ainda, que exatamente a forma curva das fases crescente e minguante nos possibilitava inferir uma forma esférica para a Lua. A interpretação das fases da Lua, por exemplo, poderia nos dar pistas sobre a sua forma. As sombras produzidas por distintos objetos geométricos se diferem.

Quando observamos a Lua nova, a professora S afirmou que seria uma sombra da Terra na Lua. Pedimos, então, para que observassem para que lado estaria à sombra da Terra que, no caso, apresentava-se ao lado

contrário da Lua e, portanto, seria impossível que a Terra fizesse sombra na Lua. Explicamos que a Lua nova é uma Lua em que a face iluminada voltada para o Sol é contrária à face voltada para a Terra. Por isso, quando vemos algo que tem a forma de um aro, é porque a face voltada para a Terra não está sendo iluminada.

Pedimos para cada um realizar o movimento e pensar nas fases. A professora S se propôs a fazer para todos, como exemplo, já que ela própria estava com dificuldades. Ao iniciar, mesmo com dificuldades, conseguiu mapear as fases da Lua. No entanto, apresentou dificuldades em definir onde seria dia e onde seria noite na Terra. Uma das dificuldades apresentadas pela professora S estava em seu desejo de estabelecer um vínculo entre dia e noite com a presença ou ausência da Lua no céu, ou seja, fazer uma oposição entre Sol e Lua. Assim, havia dificuldade em apenas olhar para a Terra e verificar a iluminação para afirmar se seria dia ou noite. Num certo momento, quando já estava começando a compreender a relação com a iluminação, ela perguntou: “*se eu apagar a luz, consigo ver?*”. Quando afirmamos que não, ela então comenta: “*ah, agora eu entendi!*”

O professor G perguntou a respeito das marés e os demais professores comentaram que já estava difícil compreender as fases da Lua, e que, nesse momento, seria impossível pensar nas marés.

Realizamos, passo a passo, o movimento da Lua, observando não apenas o aspecto visível da Lua, como seu posicionamento no céu, a região

da Terra visível naquele instante e também os horários de aparecimento das fases no céu.

Quando analisamos o horário de aparecimento de cada fase da Lua chamamos atenção para o caso da Lua cheia, que surge no céu ao pôr do Sol, ocorrendo uma ‘oposição’ entre Lua e Sol, algo que ocorre apenas para essa fase, e que se tornou muito comum ao pensamento coletivo, mas que, em verdade, essa ‘oposição’ só ocorre na Lua cheia.

Os eclipses foram tratados como um caso particular das fases, ou seja, quando havia um alinhamento entre os astros Sol, Terra e Lua. Assim, quando a Lua cobrisse o Sol seria um eclipse solar e quando a Lua entrasse na sombra da Terra seria um eclipse lunar.

Comentamos a necessidade de mudanças de referencial para a compreensão das fases da Lua, o que a tornava um astro de complicada apreensão.

Alguns professores comentaram que nunca haviam aprendido daquela forma, e que no livro não havia uma explicação abrangente. Nunca haviam pensado no posicionamento deles na Terra em relação à Lua, e que essa forma de observar a Lua, no todo, e também na aparência no céu, era uma novidade para todos.

Propusemos uma questão do ENEM (pescador – ANEXO J, p. 272) para que fizessem e entregassem. Os professores tiveram dificuldades para responder a questão, mas o fizeram.

Como forma de fechamento, discutimos as atividades apresentadas durante o dia. A professora S afirmou: *“adorei, adorei a aula de hoje, apesar de estar ainda confusa e de se tratar de um assunto difícil”*. A professora E afirmou: *“foi muito gratificante porque percebi que tinha fases possíveis de ver durante à tarde e outras fases que não conseguia ver eu não tinha a menor idéia do porquê”*. A professora S comentou que não sabia a relação entre luminosidade e que acreditava que a Lua estava sempre presente no céu. A professora A também acreditava ser possível ver a Lua sempre no céu e que, sendo dia, a luminosidade do Sol seria maior, o que a impossibilitaria de ver a Lua. O professor G comentou que da forma como aprendeu e se fizesse o mesmo com o aluno, daria para ter a impressão de que é possível ver a Lua sempre no céu. Os professores, em geral, lamentaram a ausência desse tema de uma forma mais profunda nos livros didáticos.

Perguntamos sobre a atividade de representação com as bolas de isopor, o modelo. Eles afirmaram que facilitou e que, dessa forma, pareceu mais concreto, pois saíamos da Terra e podíamos perceber a relação entre Sol, Terra e Lua e, ao mesmo tempo, entrávamos na Terra. Esse movimento era difícil, mas pareceu necessário para a compreensão da Lua. No entanto, para passar aos seus alunos, alguns ainda se sentiam inseguros. Comentamos que continuaríamos a discutir e estudar a Lua no dia seguinte.

Pedimos para que relacionassem a atividade com a forma tradicional de desenho ou imagem dos livros em que há a Terra no centro e as quatro fases da Lua a sua volta com o modelo proposto. Comentaram que com o

tradicional parece mais simples, pois ele não tem muitos elementos. Porém, ele não explica muito. A professora E afirmou: “*o tradicional não faz pensar e o modelo que fizemos faz pensar. Quando olhava, precisava pensar o tempo todo para conseguir definir e ver o que está acontecendo*”. O professor N comentou que através do modelo que fizemos a abordagem das fases da Lua parecia mais profunda, mas considerava essa uma abordagem difícil, e que ele próprio, com formação em física, apresentou dificuldades em compreender a rotação da Lua, por exemplo. O professor N também disse que o modelo era bastante interessante, porém muito mais trabalhoso, afinal, teria que, inicialmente trabalhar a questão da projeção, do que seria dia e noite na Terra, do ponto de referência, da visualização da Lua no céu; enfim, eram muitos elementos. Porém, ele acreditava que, apesar das dificuldades, seria um conhecimento, sem dúvida, mais profundo e ampliado. A professora S afirmou que, no modelo, o aluno estaria vendo realmente e que seria impossível, através de esquemas, levantar todos os aspectos expostos enquanto realizavam a atividade com luminária e isopor.

Perguntamos sobre o que acharam do exercício de ir e vir que fizemos para responder as questões sobre as fases, uma vez que deveríamos observar de fora do modelo e ora de dentro da Terra, como moradores do planeta. Afirmaram que esse foi um exercício difícil e que estavam mais acostumados a ver a Lua de fora apenas e não sabiam como juntar essas coisas.

Comentamos que o trabalho com o modelo isopor e luminária gerava realmente muito mais dúvidas, e que isto era fundamental no processo de

aprendizagem. A dúvida gera conhecimento. Dissemos que uma apresentação em forma de esquema sobre as fases da Lua não associava aquilo que víamos com o modelo explicativo e que ficava muito difícil argumentar com uma explicação deste tipo; tornava-se uma explicação categórica sem uma real compreensão da função do Sol, por exemplo, que em muitas imagens nem mesmo aparece.

Foi um dia cansativo e os professores saíram bastante abatidos e cansados, comentando a dificuldade do tema das fases da Lua e as muitas novidades daquele dia.

Ao longo desse segundo dia, não pudemos perceber a influência ou a ajuda que as atividades iniciais sobre as formas de olhar e as mudanças de perspectivas poderiam fornecer.

Ao realizar a atividade das sombras, percebemos que o cuidado relacionado às conclusões precipitadas das formas dos objetos parecia mostrar que este tipo de atividade poderia ser apropriado para a construção da tridimensionalidade dos objetos astronômicos, objetos esses que, do ponto de vista da observação a olho nu, assemelham-se aos do estudo das sombras.

No entanto, apesar de um novo olhar para a projeção dos objetos, essa atividade pareceu não ter dado conta de extrapolar para o caso, por exemplo, da forma da Lua. Talvez tenha faltado uma demonstração mais direta das imagens obtidas com uma lanterna numa esfera (representando a Lua). Ou, ainda, talvez essa não fosse uma questão para os professores.

Antes da realização da atividade, problematizamos o fato da Lua mostrar sempre a mesma face para a Terra e, então, como poderíamos saber sobre o outro lado da Lua sem precisar fazer uma viagem até lá. Após a atividade, voltamos a essa questão. Em alguns momentos, sentíamos como se estivéssemos fazendo uma pergunta ou impossível de responder ou, ainda, sem o menor propósito, pois talvez eles acreditassem tão cegamente na forma esférica (ou arredondada) da Lua que esse questionamento tornava-se impróprio.

Na atividade sobre a Lua, desde os elementos mais fundamentais, como os seus movimentos de rotação e translação, havia muitas dúvidas. Ficamos um bom tempo para conseguir explicitar e deixar mais claro o movimento síncrono de rotação e translação da Lua em torno da Terra.

No desenvolvimento da atividade, usando bolas de isopor e uma luminária, também percebemos dificuldades. Entre elas, a identificação de dia e noite, uma grande dificuldade em descolar a Lua à noite e o movimento de ir e vir, na mudança de referencial, necessário à compreensão das fases da Lua, apesar de difícil, fundamental para uma aprendizagem efetiva.

4.3 Terceiro dia: ênfase nos fenômenos

Iniciamos retomando o conceito de translação, enfatizando que, apesar de termos aprendido que o movimento anual do nosso planeta em torno do Sol é chamado de translação, transladar não necessariamente seria em torno de algo.

Os professores, em geral, fizeram comentários sobre a Lua no início da aula. A professora E, por exemplo, afirmou: *“aquilo que a gente sabe sobre a Lua é de senso comum, não tem nos livros e agora começou a fazer sentido, o porquê da seqüência cheia, depois minguante. Não sabia que tinha uma lógica, uma seqüência certa”*.

Explicamos que outra coisa importante e que merecia um destaque era que sempre aprendemos que existem quatro fases. Porém, a palavra fase estava relacionada à aparência, e a aparência da Lua se modificava diariamente e que, dessa forma, seriam 29 fases e não apenas quatro.

A professora S comentou: *“então essas quatro fases seriam as mais marcantes”*. Afirmamos que sim, que seriam aproximadamente as posições nos pontos centrais dos quadrantes. Comentamos a importância desse conhecimento devido a dificuldades apresentadas por crianças que pensam existir quatro Luas diferentes e não a mesma Lua modificando seu aspecto diariamente devido a sua posição relativa em relação ao Sol e a Terra.

A professora E comentou que, para ela, começou a fazer sentido os horários de aparecimento da Lua no céu. Começou a pensar no atraso de uma hora da Lua a cada dia como sendo uma relação entre o movimento da Lua e da Terra conjuntamente e que nunca havia pensado nisso antes.

A professora E afirmou ainda que, ao ensinarmos Ciências no ensino fundamental, deveríamos trabalhar a relação entre as estações do ano e a agricultura, e que ela, como professora, não sabia esse assunto. A professora T comentou a existência de relação entre o plantio e as fases da

Lua também. Confessamos não entender sobre a influência das fases da Lua na agricultura.

Questionamos sobre o exercício do ENEM proposto no dia anterior, para que pudéssemos discutir e resolvê-lo juntos.

Os professores ficaram ansiosos para que respondêssemos qual seria a alternativa correta. Os professores E, S e T afirmaram que ficaram confusos para responder essa questão. Comentamos que algo interessante observado nas respostas a essa questão foi que a maioria dos professores conseguiu identificar o lado em que estava o Sol. No entanto, desenharam o Sol acima e não na mesma direção e, então, a iluminação da Lua e da Terra seria diferente. Os professores conseguiram identificar, também, as fases da Lua em cada posição da Lua em relação à Terra e ao Sol. A professora E afirmou: *“um erro nosso e que temos que nos acostumar é modificar sempre o nosso referencial, onde estamos. Temos que estar sempre atentos. Se a gente não fizer isso, vai cair no senso comum e não pode. Temos que fazer um deslocamento do olhar”*. Explicamos que essa questão da mudança de referencial era um exercício que precisava ser praticado freqüentemente, e que, no estudo da Lua, percebemos o quão importante foi a mudança de referencial.

Dada a situação proposta no exercício do ENEM (ANEXO J, p. 272), os professores deveriam, além de reconhecer a Lua cheia como a mais presente no céu no período noturno, encontrar a posição desta fase da Lua no esquema proposto e verificar qual seria o final de semana mais próximo

do mês de setembro com o maior período de Lua cheia. Observando as respostas dos professores verificamos que todos identificaram que a Lua cheia era a mais presente no céu noturno e também a identificaram enquanto posição no esquema proposto, indicando até mesmo a semana com sete dias de Lua cheia, no entanto, tiveram dificuldades em perceber qual seria a data mais próxima dentre as disponíveis nas alternativas. Foi curioso notar que metade dos nossos professores marcou uma opção de data no mês de outubro quando na própria questão estava explícita a informação de um final de semana no mês de setembro. Os professores afirmaram sentir dificuldades em justificar a questão, apesar de reconhecerem a fase e a posição da mesma.

Um outro elemento interessante foi a posição do Sol. Havíamos pedido que eles desenhassem o Sol no esquema. Havia uma parte clara voltada para o Sol e, a escura oposta a ele. Boa parte dos professores desenhou o Sol acima do esquema, identificando apenas o lado, mas não a posição exata do Sol que produzisse as imagens do esquema.

Começamos a conversar sobre os horários em que cada fase da Lua surgia no céu. A professora E lembrou das parteiras que contavam o tempo de gravidez e previam os nascimentos pela Lua.

O professor N comentou que após a aula de ontem fez uma pesquisa em livros didáticos do ensino médio de 15 autores diferentes e percebeu que em nenhum deles encontrou algo sobre a Lua. Esses livros iniciavam com um breve histórico, os modelos geocêntrico e heliocêntrico e entravam direto

em gravitação. Ele lamentou o fato do tratamento sobre translação e rotação que fizemos na aula passada não ser algo trabalhado no ensino médio. Comentamos que esse assunto, dentro da proposta dos PCN's, é sugerido para o ensino fundamental e não para o ensino médio. Mesmo assim, nos PCN's a Astronomia está espalhada ao longo das séries. No entanto, os livros mais tradicionais do ensino fundamental ainda apresentavam a Astronomia concentrada na 5ª série. O professor N afirma que, mesmo os livros de ensino fundamental, que se propõem a seguir os parâmetros, ainda possuem uma abordagem tradicional, não fugindo muito do que já está acostumado, e que nunca havia visto uma proposta para a aprendizagem da Lua da forma profunda como a tratamos, com sucessivas mudanças de referenciais, associando o movimento da Lua e da Terra para a definição dos horários de aparecimento.

Iniciamos a construção do relógio lunar. Através dessa construção podíamos relacionar o aspecto da Lua, sua posição no céu com a hora daquele momento. Realizamos exercícios de averiguação de horários com as fases, inicialmente verificando o horário de nascimento de cada fase principal, pelo relógio lunar e caminhando com essa Lua pelo horizonte até seu ocaso, em que também verificamos esse horário.

A professora A comentou que achava que a Lua estava sempre presente no céu. O professor N contou que tinha um aluno que pensava que quando a Lua aparecia durante o dia era, na verdade, a imagem da Lua, um reflexo da Lua.

Nessa atividade, inicialmente houve alguns problemas técnicos em manusear o relógio e compreender sua dinâmica de funcionamento. Após superados esses elementos, os professores puderam manipular o relógio e 'brincaram' de associar fases, aspecto visível, localização no céu e horário correspondente, e também perceberam que se tratava de um relógio que apenas funcionava na presença da Lua no céu.

Esse relógio serviu como uma finalização ou sistematização da relação fases da Lua e horário correspondente, na tentativa de relacionar o visível no céu com o esquema da Lua relativo ao Sol e à Terra.

Retomamos o modelo de fases da Lua com isopor e estudamos mais um pouco o eclipse. Comentamos que, em nosso modelo, que estava fora de escala, o ângulo necessário para não ocorrer o eclipse mensal era muito grande. Porém, se montássemos uma estrutura em escala, esse ângulo seria próximo dos 5° .

O professor M perguntou se quando vemos a Lua nova durante o dia estamos vendo, na verdade, a parte escura da Lua. Comentamos que para ver algo é preciso luz, ou vemos algo que é fonte de luz, que é o caso do Sol e das estrelas, e no caso da Lua a veríamos pela reflexão da luz do Sol, e se a parte iluminada da Lua; no caso da nova, não estivesse voltada para a Terra, então não veríamos essa Lua, o que poderia ser visto seria a quase nova, ou seja, um filete de Lua minguando ou crescendo.

Realizamos novamente a estrutura das fases da Lua e fomos modificando a posição relativa da Lua, questionando a todos sobre que fase

seria e de onde, na Terra, era possível vê-la. Ao finalizar essa retomada, percebemos que os professores pareciam tê-la compreendido e, sobretudo, percebido as relações Sol, Lua e Terra e suas posições relativas.

Perguntamos o que era possível perceber com o modelo de isopor e luminária que propusemos. Os professores afirmaram que seria possível ver claramente o que é dia e o que é noite, a parte iluminada ou não da Lua. Disseram ser possível também ver que o eclipse estava relacionado à sombra.

Fizemos uma pergunta para exercitar a imaginação dos professores e também retomar os elementos característicos da rotação e translação da Lua. Perguntamos: “*se a Terra não tivesse movimento de rotação o que aconteceria?*” A professora E comentou: “*só teria dia*”; a professora H afirmou: “*seria dia de um lado e noite do outro sempre*”. Pedimos para que eles realizassem esse movimento da Terra com a bola de isopor de cada um. A professora E comentou: “*aí íamos ficar acordados diretos*”. Comentamos que, caso ficássemos com um lado sempre de dia ou sempre noite, seria semelhante ao que ocorre com a Lua em relação à Terra, sendo que ela possui uma rotação completa e conjunta com a translação. Se fosse possível parar totalmente a rotação da Terra, teríamos, na verdade, um dia completo com a mesma duração do período de translação. Comentamos que realizamos esse exercício apenas como algo imaginativo e que, em verdade, essa não era uma situação possível já que a situação de equilíbrio, de menor energia, era aquela que ocorre com a Lua, de sincronismo de rotação e translação.

Mas através desse exercício percebemos que esses professores ainda não haviam compreendido o movimento da Lua com uma rotação.

Os professores, nesse momento, discutiram muito entre si sobre a possibilidade de sobrevivência dos seres vivos na ausência total ou parcial de luminosidade.

Comentamos que inserimos essa questão para podermos discutir também o fenômeno dia e noite. Perguntamos para os professores inicialmente se as sombras na Terra eram todas do mesmo tamanho, independentemente da localização, sem pensar por enquanto, na inclinação do eixo da Terra.

Cada professor pegou uma esfera de isopor para colocar pelo menos dois palitinhos em locais diferentes na esfera. Pedimos para que inserissem no equador e outro em São Paulo e, com a ajuda de uma luminária, comparar os tamanhos das sombras. A professora F afirmou que em locais mais distantes haveria sombras maiores. Sugerimos que variassem a latitude na Terra e pegassem palitos do mesmo tamanho para verificarem experimentalmente. A professora F, após realizar a experiência, disse que os palitos mais distantes do equador, próximos aos pólos, tinham sombras maiores. Perguntamos se essa relação permaneceria similar se rotacionássemos a Terra. Realizamos a experiência e os professores afirmaram: “*o tamanho da sombra varia, mas a proporção continua a mesma*”.

Realizamos ainda uma outra atividade com o objetivo de identificar o sentido de rotação da Terra. Entregamos uma tabela com fuso horário de um dia e perguntamos: “*onde amanhece primeiro, no Brasil ou na Itália?*” (ANEXO L, p. 273).

Inicialmente discutimos a simbologia + e – indicada nos jornais, cuja comparação era efetuada em relação à Brasília.

Ao tentar responder a pergunta sobre em que lugar amanhece primeiro, alguns professores começaram a especular o sentido de rotação, afirmando que o movimento seria anti-horário. Quando os professores começaram a concluir sobre o sentido da Terra como sendo anti-horário, afirmamos que com aquilo que já conhecíamos sobre o movimento da Terra, seria possível ver o movimento dos astros no céu de leste para oeste, e que, se pensássemos que é a Terra que se movimenta, então esse movimento seria de oeste para leste. Utilizamos um globo para analisarmos o sentido de rotação da Terra.

Nesse momento, o professor M perguntou sobre a velocidade da Terra. Afirmamos que ela gira 360° em 24 horas e que seriam de $15^\circ/h$ a velocidade de rotação da Terra, e que além de não percebermos esse movimento da Terra, a velocidade era alta. A professora H sussurrou: “*como a Terra pode ter uma velocidade tão alta?*”.

Em geral, os professores haviam concluído que a Itália amanheceria primeiro. No entanto, havia uma necessidade em falar em movimento anti-horário. A própria professora S, que havia tocado nesse assunto, perguntou:

“esse *anti-horário* é em função do quê? *Dela mesma?*”. Então discutimos que essa denominação era inadequada, já que dependeria do referencial, ou seja, observado pelo hemisfério norte seria *anti-horário* e observado pelo hemisfério sul, *horário*.

Essa atividade foi importante para sistematizar a questão do movimento aparente do céu. Parecia simples sair do movimento do céu para um movimento da Terra. Mas, pelo que observamos, sair do geocentrismo não foi tão simples assim. Ao fazermos o movimento da Terra de oeste para leste, inverso do céu, os professores, em geral, ficaram com dificuldades em olhar sob este novo ângulo. Explicamos durante algum tempo os elementos da rotação, porém os professores pareciam não entender bem, principalmente a questão do sentido de rotação da Terra como *horário* ou *anti-horário* dependendo do referencial.

Realizamos um fechamento parcial do dia já que o assunto seguinte seria “estações do ano”. Em relação às sombras, os professores pareceram ter compreendido a variação do comprimento das sombras ao longo de um meridiano da Terra. No entanto, a questão da mudança de referencial ainda parecia incompreendida e somente no final do dia a professora E perguntou: “*ainda não entendi essa história de horário e anti-horário*”. O professor N pediu para virar o globo para ajudá-la a compreender e, só depois disso, a professora E conseguiu perceber o sentido relativo da rotação da Terra.

Iniciamos o tema das estações do ano com uma leitura e discussão do texto: “*Um episódio na vida de Joãozinho da Maré*” (ANEXO D, p. 264).

Os elementos que surgiram na discussão desse texto estavam mais relacionados ao desconforto da professora frente aos questionamentos feitos pelo Joãozinho. Os professores afirmavam que a professora da história não refletia, tornando suas explicações algo automático.

O objetivo principal para a inserção desta história nesse momento do curso era fazer uma reflexão sobre alguns elementos de observação cotidiana, como a mudança na posição de nascimento e ocaso do Sol ao longo do ano, a sombra não nula ao meio-dia, a presença de estações distintas nos dois hemisférios etc. No entanto, os elementos que chamaram a atenção dos professores não foram nessa direção, e sim no incômodo da relação aluno-professor-conhecimento e, principalmente, no fato da aceitação fácil, sem contestação e reflexão dos conceitos adquiridos ao longo dos anos.

Também surgiu uma discussão interessante sobre a forma como Joãozinho lidava com o conhecimento apresentado na escola, relacionando o conhecimento escolar com suas observações cotidianas. Assim, ele fazia diversas comparações entre aquilo que via e aquilo que lhe era ensinado, bastante diferente da forma como a professora lidava com o conhecimento dela, até porque parecia que ela própria não observava 'o mundo' para realizar essas comparações. A professora H não se conformava com essa situação ao afirmar que: *“quem deveria estar fazendo essa associação era a professora, porque o aluno tem mais dificuldades em fazer isso, então é a professora quem deveria associar o mundo visível com a ciência”*. Os professores, em geral, afirmaram que já passaram por situações

semelhantes com seus alunos. Porém, teceram muitas críticas à professora da história. A professora S disse: *“ir para a sala de aula desse jeito, com tanta insegurança, e sem conhecimento, não dá”*.

A professora A comentou que, ao explicar o movimento da Lua, pegava os alunos e os colocava no centro para que eles próprios fizessem o movimento da Lua em torno da Terra e pedia para que fizessem várias rotações enquanto giravam em torno da Terra. Então, um aluno da 5ª série disse que, se a Lua apresenta sempre a mesma face voltada para a Terra, não poderia ser aquele o movimento dela. Aí ela sentiu que estava errada, que realmente não poderia ser este o movimento da Lua, e o aluno propôs um outro movimento para a Lua, fazendo a Lua como se sempre estivesse olhando para a Terra. A professora comentou que, na hora, disse aos alunos que parecia que aquele movimento era o mais provável, mas que não tinha certeza. Afirmou ainda que procurou após a aula em livros e não encontrou e por isso, quando no curso pedimos para realizar o movimento da Lua, ficou perdida, por que já havia passado por situações semelhantes com seus alunos.

Pedimos para que os professores tentassem explicar para o Joãozinho da Maré as estações do ano usando bolas de isopor e luminária, utilizando os argumentos do menino para construir a explicação. O professor N afirmou que o argumento da distância não deveria ser importante já que a variação da distância era muito pequena. A professora T comentou que ao se colocar no lugar tanto da professora quanto da aluna, gostaria de saber em que momento haveria as trocas das estações. A professora S afirmou

que não saberia responder. Pedimos para que cada um realizasse o movimento da Terra em torno do Sol. A professora T realizou o movimento, enquanto isso a professora H perguntou: “*mas tem a rotação também, não é?*”. Nesse momento a professora T comentou: “*então é a rotação e a translação juntas que fazem as mudanças de estações*”. Comentamos que a rotação explica o fenômeno dia e noite e que para explicar as estações usaríamos o movimento de translação associado à inclinação do eixo da Terra.

Pedimos que realizassem novamente o movimento de translação e colocassem um espeto na esfera de isopor que representava a Terra para simbolizar o eixo de rotação da Terra. Verificamos que a maioria dos professores inseriu o palito representando o eixo de forma inclinada, não passando pelos pólos. Discutimos essa questão em que a inclinação parecia ser mais importante que o local por onde passa o eixo. Pedimos para que acertassem o eixo, fazendo-o passar pelos pólos.

Perguntamos aos professores sobre a explicação das estações, caso explicássemos que seria a distância ao Sol a responsável pela variação das estações, qual o argumento que eles teriam para questionar essa explicação. Os professores ficaram um pouco confusos com essa pergunta e permaneceram em silêncio durante algum tempo. Essa era exatamente uma das questões feitas pelo Joãozinho à professora e ficamos surpresos que os professores não tenham percebido esses elementos na história do Joãozinho. Lembramos aos professores sobre a história que leram. Pedimos para que se colocassem na posição do Joãozinho e faríamos o papel da

professora. Explicamos exatamente como a professora. Então a professora S afirma que seria verão em todo o planeta e que isso não era verdade. Pedimos para que eles tentassem uma outra explicação para esse fenômeno. A professora A explicou que acreditava ter uma relação com a inclinação do eixo, e que a incidência de luz maior numa determinada região e menor em outra definiria as estações. A mudança das estações foi explicada por ela inicialmente com a movimentação do eixo, mas depois ela percebeu que não seria necessária a mudança do eixo, que a posição relativa modificaria. A professora F discutiu com a professora A sobre a mudança no eixo, afirmando: “*mas o eixo vai mudando, né?, por isso que a Terra é inclinada, senão não precisaria ser inclinada*”. E a professora A tentou explicar que não haveria variação no eixo e que ocorreria uma mudança de posição mesmo sem movimentação do eixo, mas a professora F não ficou convencida.

Pedimos para que os professores utilizassem canudinhos para verificar se ocorria uma mudança na quantidade de luz incidente nas diferentes posições na Terra.

Os professores, em geral, discutiram e tentaram explicar. No entanto, ficaram um pouco perdidos, sem saber como começar. Pedimos para a professora A, que já estava explicando as estações para a professora F, explicar para os demais a sua forma de compreender esse fenômeno. Ela começou dizendo que, devido à inclinação da Terra, a parte mais voltada para o Sol estaria mais perto e o hemisfério menos voltado estaria mais longe. Interrompemos pedindo para que tomassem cuidado com esse tipo

de explicação, pois dessa forma era possível que ainda continuassem compreendendo as estações como perto ou longe do Sol e que a inclinação da Terra deixava uma parte mais longe ou mais próxima de um valor muito pequeno e que isto não seria capaz de explicar as diferenças nas estações nos hemisférios.

Ao movimentar a Terra em torno do Sol, utilizamos uma luminária que não era capaz de emitir luz para todas as direções, tornando confusa a representação da iluminação solar.

Ao realizar o movimento de translação da Terra em torno do Sol, também foi possível verificar a variação de duração do dia e da noite relacionada às estações, assim como a ausência dessa variação nas regiões do equador. Um outro elemento importante que surgiu dessa montagem foi a equivalência de luminosidade para o outono e inverno havendo uma distinção destes em função da ordem ou seqüência das estações. Alguns professores como o M e a F apresentaram questões interessantes sobre esse tema. A professora F questionou a parte escura da Terra, e não associava as estações aos hemisférios. Para ela, enquanto no Hemisfério Sul era verão no norte era outono. A partir desse questionamento, foi possível diferenciar os elementos relacionados à rotação da Terra, ao dia e noite e relacionar a luminosidade nos hemisférios à cada estação. O professor M perguntou sobre outono e inverno, pois não havia percebido a equivalência de luminosidade entre estas estações. Desta forma, as dúvidas mais freqüentes e importantes foram efetuadas por eles próprios durante a execução da atividade, observando o modelo.

4.4 Quarto dia: ênfase nas proporções

Iniciamos o dia contando a aula do dia anterior à professora R que havia faltado. Pedimos para que os professores contassem um pouco sobre como havia sido a aula da quarta-feira. Os professores ficaram empolgados para explicar o ocorrido no dia anterior e aproveitamos para rever os conceitos e as explicações deles.

A professora E começou dizendo: *“ontem você perdeu, teve muita coisa, teve uma recapitulação das fases da Lua, ela explicou aquele exercício difícil que a gente não sabia direito”*. A professora S lembrou das sombras e a professora E disse: *“esse foi legal, [pega uma esfera e começa a explicar] se você colocar um palitinho aqui as sombras variam de tamanho?, essa [atividade] é legal para fazer com aluno”*.

A professora S explicou as estações do ano e o sentido de rotação da Terra. Enquanto realizava o movimento de rotação com a bola de isopor simbolizando a Terra, ela girava a bola nos dois sentidos, para um lado e para o outro. Os professores, em geral, não haviam compreendido ainda a questão da dependência do referencial para o sentido de rotação da Terra quando explicitado como horário e anti-horário. Explicamos novamente, porém houve um certo silêncio ao final da explicação.

A professora T explicou o eixo de inclinação da Terra, pedindo para que a professora R colocasse o palito de churrasco na Terra. A professora R afirmou que colocou o palito sem pensar em nenhum lugar em especial.

O professor N afirmou que a maior dificuldade estava em não entender o significado do eixo e perguntou aos demais professores o que era o eixo. Eles chutaram alguns elementos, como o meio da Terra. Pedimos para que tentassem pensar no eixo do carro que nos parecia mais palpável. Eles disseram que o eixo do carro, era a base ou o que sustentava o carro. Alguns professores pediram para que o professor N explicasse. Explicou que tratava de uma linha reta que liga dois pontos e, no caso da Terra, passa pelos pólos e pelo centro. Explicamos que um eixo qualquer não necessariamente precisa passar pelo centro, mas que no caso da Terra isso era verdade. E que colocar o eixo inclinado, na forma como estavam representando o eixo da Terra, era inclinar o eixo e não a Terra (Foto 2).

A professora E afirmou que algo importante sobre as estações do ano que aprendeu na aula passada foi que a distância da Terra ao Sol não as definiriam.

A professora F pegou o texto do Joãozinho da Maré para explicar as estações do ano. Abordou os principais argumentos apresentados pelo Joãozinho refutando a explicação da professora. O professor M continuou na explicação do movimento da Terra em torno do Sol. Ao explicar o fenômeno, o fez de forma bastante teórica, afirmando num determinado momento: *“eu ainda não estou convencido da aproximação e afastamento na elipse, talvez pela reincidência deste erro durante muito tempo”*.



Foto 2: “Eixo inclinado da Terra”

Refizemos toda a atividade experimental para explicar as estações e nos detemos na questão da luminosidade referente a cada estação, enfatizando a questão da primavera e outono possuírem iluminação equivalente e sua seqüência surgir da estação anterior. A preocupação dos professores estava relacionada a efeitos de características biológicas. Explicamos a eles que a primavera ocorre após o inverno e, portanto, seria caracterizada por um aquecimento, uma preparação para o verão, enquanto o oposto ocorria com o outono, causando efeitos diferenciados na Terra. Relembramos também locais, como em regiões próximas ao equador, em que não havia os mesmos elementos marcantes das estações como observamos no Sul. Assim, para eles, as estações possuíam outro significado. No Maranhão, por exemplo, no inverno há mais chuvas e o verão é mais seco e calor faz o ano todo!

Ao final dessa retomada, o professor M disse que ainda não havia compreendido a questão do sentido de rotação da Terra. Retomamos a Terra para explicar e o professor N virou o globo de cabeça para baixo quando explicamos que o sentido no hemisfério sul é horário. Dessa forma, na Itália continuava amanhecendo primeiro e o sentido permanecia de oeste para leste. A professora E comentou: *“agora que eu entendi, só quando virei a cabeça”*.

Percebemos que vários elementos estudados no dia anterior ainda estavam confusos e a retomada desses conceitos neste início da aula foi fundamental.

Os professores teceram comentários sobre essa importância da retomada afirmando que haviam participado da aula, mas que tinham alguns conceitos que não estavam claros e que ficou melhor depois da retomada.

Após esse fechamento, iniciamos as atividades previstas para esse dia relacionadas a tamanhos e proporções. Pedimos para desenharem a Terra considerando seu achatamento. Todos desenharam a Terra muito achatada. Em seguida, fornecemos os diâmetros equatorial e polar e calculamos o achatamento da Terra caso ela medisse 10cm de diâmetro equatorial e comparamos a uma bola de ping pong. Comentamos que a Terra seria tão esférica quanto uma bola de ping pong e que o achatamento era muito pequeno se comparado às dimensões da Terra. Em seguida, perguntamos: *“Se eu quisesse representar os planetas do Sistema Solar em escala de tamanho e distância, como eu poderia fazer? Digamos que o Sol é uma bola de 20cm, quanto seriam os demais planetas? E as distâncias?”*.

Calculamos as dimensões dos planetas do Sistema Solar e do Sol em escala³⁰. Construímos esses astros utilizando bola de isopor e massa de modelar. No momento da construção, os professores ficaram bastante impressionados com os tamanhos minúsculos que necessitavam representar. A professora E comentou durante a execução: *“gente, planeta não é nada perto do Sol”*. Nessa atividade houve uma participação muito intensa de todos os professores e uma preocupação em ser o mais preciso possível em relação à montagem dos astros. Os professores fizeram sucessivas comparações entre os valores e tamanhos aparentes.

³⁰ Utilizamos os dados contidos na Tabela 9 .

No final da construção, comentamos que os astros haviam ficado bonitos e a professora E, mexendo a cabeça em sinal de indignação, disse: *“quando se fala em proporção, a coisa muda de figura, né, cabeça da gente, quando pensa em tamanhos dos planetas é uma coisa. Aqui, nós fizemos com as proporções, gente, a gente não é nada, olha, não é nada”*. A professora R comentou: *“quando a gente vê nos livros, os planetas são quase do mesmo tamanho do Sol, né”*. A professora E disse: *“nós, perto do Sol somos ‘cisquinhos’, olha!”* A professora A afirmou: *“eu fico imaginando a gente aí dentro dessa Terra, que nos parece tão grande”*.

O professor N perguntou como poderia identificar planetas no céu. Explicamos que uma forma consistiria em pegar uma carta celeste e identificar as constelações em que os planetas estão naquele momento. No início, os planetas eram identificados como astros errantes, devido ao movimento que faziam no céu, diferenciado do das estrelas. Apesar de sua aparência similar a das estrelas, eles, ao passar do tempo, se movimentam entre as estrelas.

Perguntamos aos professores o que acharam da atividade de construção dos planetas e do Sol em escala. A professora E, ainda indignada afirmou: *“não me conformo com essa proporção, agora eu tenho uma idéia melhor daquilo que só via em livros e é muito diferente do que eu pensava e até agora só vimos o tamanho”*. Perguntamos se eles lembravam de suas entrevistas. Afirmaram assustados que sim e que haviam feito proporções muito diferentes e que não imaginavam uma situação como a observada naquele momento, pedindo que mostrassem a entrevista deles.

Comentamos que faríamos a proporção das distâncias. Realizamos essa atividade em volta do Instituto de Física. Construimos o Sistema Solar, em escala, tanto em tamanho quanto em distância. Para desenvolver essa atividade foi preciso percorrer mais de 800m para encontrar Plutão. Cada integrante do grupo segurou um planeta e um, o Sol e, primeiramente, fizemos a distribuição dos mesmos. Nossa primeira tentativa foi realizar essa construção no 'bosque da física', pela beleza e tranquilidade do local e também pelas marcações de distâncias. No entanto, havia chovido muito, o que impossibilitou a execução da atividade por lá. Assim, resolvemos fazer essa atividade em volta de parte do Instituto de Física. Iniciamos em frente ao Restaurante Universitário (bandejão), com o Sol embaixo da pilastra do estacionamento, Mercúrio a uns 8,3 metros de distância do Sol, Vênus a 15,51 metros, Terra a uns 21,54 metros do Sol e Marte a 32,75 metros. Era possível perceber que esses quatro primeiros planetas estavam bem próximos: era possível vê-los, com facilidade partindo do Sol ou entre si, era até possível 'conversar'. Júpiter, apesar de maior que os demais planetas já distava uns 111,74 metros do Sol e, portanto, 78,99 metros de Marte, o planeta mais próximo dele. Saturno distava 204,96 metros do Sol. De Saturno era possível observar os planetas anteriores a ele, porém já bem distantes. Para facilitar a contagem da distância, medimos e associamos as passadas do professor N. Também resolvemos dar a volta em torno dos prédios da Ala I, Central e II do Instituto de Física para facilitar o retorno para a Ala II, em que voltaríamos à sala de aula. O planeta Urano já estava bem

distante, a uns 412, 21 metros do Sol; Netuno, a uns 645,89 metros do Sol e Plutão a uns 847,40 metros do Sol.

Ao final, para que os professores que ficaram segurando os “planetas” também observassem as distâncias envolvidas, voltamos ao Sol e realizamos todo o percurso para encontrar os demais planetas e cada pessoa que estava com um planeta juntava-se a nós. Assim, todos realizaram todo o percurso, partindo do Sol até Plutão.

Ao acompanhá-los durante todo o percurso, pudemos ouvir uma série de comentários, nos quais foi possível perceber a construção de uma outra relação com o espaço. Abaixo seguem alguns deles.

A professora R, ao apresentar a Terra em sua mão, disse: “*essa é a Terra, imagine mais de seis milhões de habitantes aqui!*”

A professora F, representando o Sol, disse: “*até aquele último ali eu consegui ver e esses primeiros eu conseguia até papear*”.

A professora E comentou: “*nossa, que legal, estou impressionada, como é que se vê esses planetas?*”. Ela disse ainda: “*fazendo assim, desse jeito, melhora aquela concepção errada que a gente tem, porque além de ser um assunto muito difícil, pra nós não representa nada só no papel e isso clareou. Isso é bom para darmos mais valor ao nosso planeta, né. Aí é o pedagógico, quando você aprende, você vê que aprendeu, não adianta só a teoria*”.

Comentamos que, no início do curso, começando com a Terra, pensávamos numa Terra muito grande e que, por isso, não conseguíamos

perceber a esfericidade do planeta e o víamos plano. E que agora, estávamos numa situação invertida, em que o planeta era tão pequeno que nos sentíamos um nada.

A professora S comentou: *“quando você vê, parece que é plano mesmo e aí quando de repente você olha pra cima e aí fala, meu Deus, eu estou solta nisso daqui, já imaginou se a gravidade por alguma razão acabar, já pensou: eu caindo, aí não pára, pára com isso. Já imaginou estamos soltos aqui, dá até um gelo no coração”*.

Outros comentários feitos pelos professores durante a atividade foram:

“Nossa, eu não sabia que o Sistema Solar era tão vazio”.

“Nossa, eu errei tudo na minha entrevista, coloquei todo mundo pertinho”.

“De repente, lembrei da tira da Mafalda” (ANEXO I, p. 271)

“Nossa, como a gente não é nada”.

“Uau, como a Terra é pequena”.

“Como ficam longe um do outro”.

“Não é possível. Vocês erraram nessa conta”.

“Por isso é tão difícil para o homem fazer viagens espaciais”.

“Agora fiquei pensando na temperatura dos planetas mais distantes. Não deve chegar luz do Sol lá”.

O fato de caminhar mais de 100m para encontrar Júpiter e ver apenas uma bolinha de 1cm de raio, sendo este o maior planeta do Sistema Solar, e ir caminhando até chegar em Plutão, a mais de 800m, e encontrar um cisco

de menos de 0,5mm de diâmetro é realmente surpreendente. Alguns comentavam: “*nossa, a gente andou isso tudo para ver esse cisquinho!*”

Os comentários surgiram desde a construção dos “planetinhas”, na qual foi possível perceber que todos os planetas caberiam dentro do Sol (Sol com 200mm de diâmetro e a soma de todos os diâmetros dos planetas não chega a 60mm) até a própria montagem experimental realizada numa das quadras do IFUSP, iniciando no Restaurante Universitário.

Os professores mostraram-se indignados com o tamanho dos planetas, principalmente com a Terra.

Os próprios professores realizaram os cálculos de proporção. Isso pareceu proporcionar um melhor entendimento dos valores encontrados, tornando as dimensões encontradas mais significativas.

Acreditamos que eles nunca tivessem feito uma atividade dessa natureza: observar uma maquete do Sistema Solar de fora e de dentro. Então, nesta atividade, foi possível montar uma e observá-la externamente. O conhecimento sobre as distâncias e os tamanhos dos planetas parecia ser realmente compreendido, não se tratando mais de uma tabela com vários valores sem significado.

Ao final da atividade, retornamos para a sala de aula para discutir as atividades do dia. Perguntamos aos professores se foi possível ter uma noção, com essa atividade, das proporções de tamanhos e distâncias no Sistema Solar. A professora F afirmou que a visualização não era possível devido aos tamanhos tão pequenos e às distâncias mesmo, mas o cansaço

em percorrer todo aquele trajeto foi muito esclarecedor das distâncias. A professora H afirmou: *“eu achava que era mais pertinho um do outro, que era possível ver”*. A professora F disse: *“eu tinha uma noção de que os tamanhos eram diferentes, mas não nessa proporção e as distâncias, eu pensava que eram as mesmas de um planeta para o outro”*. O professor G comentou: *“eu já tinha percebido que as distâncias eram grandes, mas é a primeira vez que faço na prática uma atividade dessas”*. A professora S disse: *“eu já tinha visto que as distâncias eram diferentes, mas é difícil imaginar quando essa distância é muito grande, não é possível ter essa noção, só aqui, a gente andando que foi possível perceber”*. O professor G afirmou: *“outra coisa interessante que deu para perceber foi como os avanços tecnológicos para conhecimento do Sistema Solar ainda estão restritos, apesar de parecer que já estão chegando tão longe, mas quando vemos no todo, dá pra perceber o quanto ainda tem coisa para explorar”*. Comentamos sobre as dificuldades em chegar a distâncias tão grandes. A professora E afirmou: *“ih, não vai chegar nunca”*.

Nesse momento, os professores começaram a lembrar seus erros na entrevista, pediram que mostrássemos as entrevistas e disseram que não lembravam mais de todos os erros que haviam cometido. Comentaram: *“as estrelas, coloquei pertinho da Terra”, “a Lua estava mais distante que o Sol da Terra”, “quando achava que algo tinha que ser menor era de três ou quatro vezes menor”*.

Todos esses comentários foram feitos em um clima agradável e descontraído. Os professores riam bastante dos conceitos equivocados que

possuíam. Pareceu-nos que este tema relacionado à proporcionalidade os professores não sentiam obrigação em conhecer, por isso, o clima descontraído neste momento.

A professora E afirmou que ficou curiosa em relação a temperatura e perguntou se tínhamos uma tabela com esses dados. Afirmamos positivamente e fornecemos imediatamente os valores das temperaturas nos planetas. Foi interessante que, ao fornecer essas temperaturas, comentamos sobre o período de rotação e translação de cada planeta para adiantarmos a atividade seguinte de movimento do Sistema Solar. Discutimos também as órbitas dos planetas e o significado de afélio e periélio. Pedimos para que cada professor escolhesse e estudasse o movimento de um planeta para representar no dia seguinte, em que faríamos uma simulação do movimento, principalmente de translação, dos planetas em torno do Sistema Solar.

Fizemos uma discussão ampla sobre os elementos presentes na tabela de dados do Sistema Solar, verificando que, conforme as distâncias ao Sol iam aumentando, o tempo de translação, ou o ano do planeta também aumentava. Fomos comparando a relação entre o ano terrestre e os demais planetas.

Na tarde desse quarto dia de aula, quinta-feira, fizemos uma visita a um planetário. O disponível na época do curso foi o de modelo inflável, localizado na Estação Ciência, com capacidade para 60 pessoas. A sessão durou cerca de 30 minutos e foi apresentada por um monitor, num dia de

funcionamento normal, juntamente com o público tradicional da Estação Ciência. Nesta sessão, foi possível observar a representação de várias estrelas, o movimento de rotação da Terra, céu noturno e diurno, algumas constelações e algumas explicações de natureza mitológica. Além disso, também observamos a simulação do movimento celeste de diferentes pontos de vistas: São Paulo, equador e pólos.

Uma simulação da pouca visualização do céu noturno de São Paulo em comparação ao que poderia ser na ausência da poluição luminosa foi considerada, pelos professores, como algo angustiante. Eles disseram que gostariam de poder ver um céu como o do planetário um número maior de vezes. Gerou um certo clima de nostalgia em que eles lembraram das cidades interioranas no qual a visão noturna do céu torna-se um grande espetáculo.

Houve poucos comentários a respeito das variações de pontos de vistas e mesmo do movimento do céu num dia completo. O foco ficou mais na beleza e na sensação de prazer proporcionada pela sessão de planetário.

4.5 Último dia: ênfase nas proporções, na observação e na avaliação

Iniciamos o dia fazendo comentários sobre a visita ao planetário. Os professores sentiram falta da presença dos planetas na exposição do planetário. Gostaram e manifestaram o desejo em levar a família também. Surgiram poucos elementos na discussão do planetário.

Retomamos os valores relativos ao movimento de translação de cada planeta em comparação ao movimento da Terra. Percebemos que os valores de periélio e afélio sugeriram valores muito próximos. Assim, fizemos o movimento mais próximo ao circular, utilizando, desta forma, valores de distância média. Verificamos que os planetas interiores transladam mais rápido que os exteriores.

Iniciamos com os três primeiros planetas. Assim, colocamos a Terra como nosso referencial. Enquanto a Terra dava uma volta, Mercúrio dava quatro voltas e Vênus, uma volta e meia. No início, ficou um pouco confuso, até que os professores percebessem e sincronizassem seus movimentos. Realizamos apenas o movimento de translação para facilitar tanto a execução do movimento quanto a observação externa. Cada professor fez o papel de um planeta para que todos pudessem em alguns momentos visualizar, e em outros, participar da atividade. Dividimos o movimento em quatro partes para uma melhor observação e compreensão do movimento de translação dos planetas. Essa divisão em quatro partes também foi útil para efetuarmos uma parada dos planetas e observarmos o que da Terra era possível ver naquele momento. Nossa primeira observação nessa direção foi quando os três primeiros planetas efetuaram seus movimentos completos e, então, comentamos que, quando isso acontecia: esses planetas ficavam alinhados. Explicamos que os dois planetas, Vênus e Mercúrio, ocultariam uma pequena parte do Sol e que só seria possível ver com telescópios. Depois dos primeiros $\frac{1}{4}$ de volta da Terra, verificamos que, durante a noite, não veríamos nenhum dos dois planetas e que apenas no

amanhecer ou entardecer veríamos esses planetas. Depois de mais $\frac{1}{4}$ de volta, verificamos que não veríamos nenhum dos dois planetas porque estariam atrás do Sol e, então, nessa época do ano não veríamos esses dois planetas em nenhum horário. Com mais $\frac{1}{4}$ de volta, teríamos a situação semelhante aos primeiros $\frac{1}{4}$ de volta, vendo Vênus e Mercúrio ao amanhecer ou no entardecer e mais $\frac{1}{4}$ volta ao início.

Pegamos mais três planetas, Marte, Júpiter e Saturno e, ainda, a Terra. Neste caso, a Terra caminhava mais rápido e a situação se inverteria. Neste momento, ao fazer a relação com a Terra, trabalhamos com a divisão em graus. Assim, enquanto a Terra dava uma volta, Marte dava meia volta, Júpiter andava 30° e Saturno 12° , um passo mais ou menos. Verificamos a cada ano completo da Terra o que poderíamos observar no céu e verificamos que estes planetas, diferentemente dos interiores, eram possíveis de ser observados durante a noite.

Com os demais planetas, Urano, Netuno e Plutão, verificamos que em uma única volta da Terra não seria possível observar nenhuma movimentação deles no céu. Assim, para uma volta da Terra, imaginávamos que tivesse passado 100 anos. Para uma volta de 100 anos da Terra, Urano daria um pouco mais de uma volta, Netuno menos de uma volta e Plutão $\frac{1}{4}$ de volta. Dessa forma, percebemos que esses planetas não mudavam muito a sua posição do céu. O professor N concluiu: “*então é possível fixar esses planetas numa determinada constelação no céu noturno*”. Dissemos que era dessa forma que encontrávamos esses planetas no céu, já que a variação deles era mínima, ainda que eles se movimentem.

Apresentamos o programa Skyglobe como complemento às atividades de observação do céu e ao planetário. Mostramos aos professores a potencialidade deste tipo de programa que simula uma observação do céu vista sob diferentes pontos de vista da Terra. Era uma espécie de viagem por diferentes pontos do planeta através da observação do céu nestes locais. O interessante é que era possível também simular uma observação diurna, no qual os efeitos da presença do Sol poderiam ser eliminados e, então perceber como estão as estrelas e alguns planetas no céu, no período diurno. Neste programa, também era possível fazer simulações em diferentes velocidades do movimento da Lua, do Sol e dos planetas, facilitando uma visão do todo no espaço e no tempo.

Os professores gostaram de conhecer essa ferramenta e perceberam a potencialidade da mesma, apesar de reconhecerem que seria preciso um maior treino para a utilização do programa. Tivemos pouco tempo para a discussão dessa atividade, em função do término do curso.

Pedimos que os professores fizessem uma avaliação geral do curso e dessem sugestões para novos cursos de extensão. Esta discussão está detalhada no Capítulo 8. Após essa avaliação, sugerimos aos professores repensar o momento inicial deles no curso, nas entrevistas, e que escrevessem sobre que coisas mudariam na entrevista deles e cada um viu individualmente a sua montagem do universo. No momento em que expusemos essa idéia, os professores riram bastante e pareceu que consideraram interessante rever as entrevistas. Explicamos que essa atividade de auto-avaliação que estávamos propondo tinha o objetivo de

saber o avanço deles em termos de conhecimento científico, já que pelos depoimentos havíamos percebido que foi um curso gostoso e interessante. Porém, ressaltamos que seria importante verificar o quanto eles haviam aprendido e compreendido. A auto-avaliação teria um papel importante para uma reflexão nossa sobre o curso e também deles próprios, em relação aos seus conhecimentos.

Após essa discussão geral, dividimos a turma em duas partes. Uma delas começou pelas respostas ao questionário final e a outra pela análise do vídeo. Todos realizaram ambas as atividades. Houve pequena modificação em relação à ordem devido a um pequeno número de computadores com funcionamento adequado.

5. ANTES & DEPOIS: o *feedback*

Para avaliar as potencialidades das atividades propostas para a construção da visão espacial na Astronomia, analisamos o curso, através de materiais coletados em duas atividades desenvolvidas no início e ao final do curso, atuando, desta forma, como pré e pós-testes. As atividades às quais nos referimos são: a construção do universo tridimensional, como pré-teste e o re-olhar para esta construção, efetuada ao final do curso, como pós-teste, já descritas no Capítulo 3.

A análise será estruturada de acordo com elementos da espacialidade, ou seja, em relações de *métrica* e, principalmente, na *mudança de referencial*, elementos fundamentais na evolução das noções espaciais na criança, segundo Piaget & Inhelder (1993).

Construímos um esquema de análise composto de dois grupos de respostas: *centrado* e *descentrado*, ou ainda, *não coordenação de perspectivas* e *coordenação de perspectivas*.

Na nossa primeira atividade, em vários momentos, pedíamos para os professores construir um modelo. Esse modelo tinha como ponto de observação privilegiada uma visão externa. A visão que temos como observadores do planeta Terra é uma visão que denominamos como interna. Assim, construir um modelo observando-o de fora é, de certa forma, articular o visível comum ao modelo conceitual. Esta (não) articulação nos mostra a capacidade das coordenações de perspectivas.

Compreendemos os elementos de natureza *não coordenação de perspectivas* ou *centrado* como aqueles relacionados a um primeiro ou único ponto de vista, a uma visão imediata e até mesmo ingênua do mundo, bem como à pouca ou nenhuma relação métrica entre objetos e suas relações com o entorno. Em nossos dados, observamos inicialmente uma dificuldade na coordenação de perspectivas nas explicações da Terra, Lua, dia e noite, eclipses, estações do ano e nas proporções entre os astros.

Uma Terra plana, seja na forma de um disco ou de um quadrado, mostra uma visão do planeta em que habitamos muito associada ao entorno imediato, ao visível primeiro, com noções *centradas* no indivíduo, portanto. Normalmente, há dificuldades em associá-la ao planeta esférico tão divulgado pela mídia, podendo haver uma clara distinção entre a vivência primeira e cotidiana e os conhecimentos científicos, por exemplo.

A representação da Terra por um planisfério ou uma esfera extremamente achatada nos pólos mostra uma forma de representar a Terra muito vinculada ao livro didático, o qual, comumente, apresenta imagens ou textos incisivos quanto ao achatamento da Terra.

Apenas uma representação de planisfério ou esfera achatada nos pólos não nos permite uma associação à *não coordenação de perspectivas*. Unificamos esse elemento à verticalidade do planeta, ou seja, ao fato de os objetos na Terra estarem sempre direcionados para o centro da mesma, que nomeamos como vertical relativa. Os objetos, mesmo que vistos de fora, parecem estar de cabeça para baixo. E, ao contrário, na vertical absoluta, os

objetos não variam sua direção conforme a localização, e todos os objetos, vistos de fora, parecem estar sempre de cabeça para cima. No entanto, quando são vistos de dentro, ora estão com os pés encostados no planeta, ora os braços e ora a cabeça.

Classificamos as representações de Terra, mesmo na forma esférica com uma vertical absoluta, como um conhecimento relativo à não *coordenação de perspectivas*. Uma vertical absoluta indica um ponto de vista único. Há um apego às experiências vividas na Terra: ninguém vive de cabeça para baixo; o que a representação de vertical absoluta fornece é uma sensação aparente de cabeça para cima. Isso nos mostra uma visão sob um único ponto de vista ou uma dissociação entre dois pontos de vistas distintos: o do habitante do planeta e o daquele que o está vendo externamente.

No que diz respeito ao fenômeno dia e noite, consideramos conhecimentos de natureza *centrada* quando estes estão apenas associados a características geocêntricas como: dia é quando está claro e noite quando está escuro, ou ainda, dia é quando tem iluminação solar e noite quando não tem a iluminação do Sol, não havendo uma associação deste evento com o movimento de rotação do planeta. Mesmo que o movimento de rotação fosse citado, este necessitava ser relacionado ao evento comum: iluminação solar.

Quanto a compreensão da Lua, a dividimos em duas partes: uma, relacionada aos conhecimentos sobre sua forma e localização no modelo, e

outra, à suas fases. Na forma e localização, semelhante à análise da forma da Terra, consideramos que uma “Lua disco” ou parte de esfera nos apresenta um jeito imediato de ver a Lua, ou seja, é o que parece. O mesmo ocorre na localização da mesma no modelo tridimensional. Um pensamento primeiro é aquele em que situa a Lua bem acima da Terra, como se ela, a Lua, estivesse sempre em cima da Terra. Ao ver a Lua da Terra, a vemos no céu, acima de nossas cabeças. Essa visão diária e imediata da Lua pode fornecer elementos para uma representação da Lua localizada em cima da Terra, uma visão *centrada*, portanto. Quando a representação do Sol e da Lua estavam interligados de modo que a presença de um indicasse a ausência do outro, também consideramos esta uma visão *centrada*, relacionada a um observar apenas da Lua cheia, ou ainda, à importância ou freqüente visualização dada à Lua apenas durante à noite. Uma relação dessa natureza entre Sol e Lua implicaria em outro tipo de movimento da Lua em relação à Terra e ao Sol. Desta forma, incluímos também, na visão *centrada*, os modelos com presença de uma oposição entre Sol e Lua conjuntamente ao modelo de movimento da Lua em torno da Terra.

Nas fases da Lua, consideramos uma visão ingênua ou imediata àquela referente ao conhecimento apenas dos nomes das fases, ou seja, aos aspectos visíveis, sem relação com a iluminação solar e com o posicionamento da Lua em relação à Terra e ao Sol. Uma outra visão, também de natureza *centrada*, é a de fase da Lua como sombra da Terra na Lua, pois, neste caso, seria o mesmo que pensar num alinhamento entre Sol, Lua e Terra, fundindo as fases ao eclipse lunar, pensamento este que,

de certa forma, corrobora uma oposição entre Lua e Sol, ficando a Terra sempre no meio e, desta maneira, sombreando a Lua.

Os eclipses foram caracterizados como *centrados* quando os conhecimentos sobre esse tema estavam relacionados apenas ao visível da Terra, sem alguma noção de posicionamento externo ao nosso planeta, ou seja, em respostas do tipo: “*um fica na frente do outro*” ou “*alguma coisa entra na frente e tampa*”.

Explicações das estações do ano baseadas apenas em características climáticas (inverno é frio, verão é quente, primavera tem flores e no outono as folhas caem) e, mesmo assim, sem uma diferenciação dessas características nas diferentes latitudes e, nem mesmo, uma diferenciação nas estações em relação aos distintos hemisférios foi considerada como de natureza *centrada*, pois apresentam um conhecimento referente a um ponto de vista único e privilegiado. Respostas que consideram a distância da Terra ao Sol como fator fundamental na explicação das estações do ano também foram classificadas como *centradas*, já que há uma incongruência deste pensar com as distintas estações nos dois hemisférios. Se para explicar a diferença das estações nos hemisférios foi realizado um movimento no eixo de inclinação da Terra, semelhante ao movimento de precessão, porém com volta completa em um ano, consideramos uma explicação de natureza *centrada*, pois a constância do eixo é o que faz a mudança das estações. Sendo assim, o movimento do eixo, na velocidade de 360º/ano impossibilitaria a alternância nas estações entre os hemisférios.

No olhar para o conjunto dos astros pudemos inferir sobre os conhecimentos relacionados às proporções tanto de tamanho quanto de distâncias entre eles. Consideramos do tipo *centrado* as representações com Terra embaixo e demais astros em cima, mostrando um olhar caracterizado pela visão geocêntrica dos astros no céu. O alinhamento planetário, visão comum nos livros didáticos, também foi considerado como de natureza *centrada* por sua visão estática, que desconsidera a dinâmica dos movimentos planetários. A Terra, quando representada como o maior astro, também foi considerada do tipo *centrado*, em que o tamanho é dado pela experiência primeira, e há uma desconsideração da diminuição aparente do tamanho com a distância, o mesmo ocorrendo com a presença de estrelas no meio do Sistema Solar ou em cima do mesmo. Ainda consideramos como *centrado* a caracterização das estrelas como objetos frios ou de natureza distinta da solar, também desconsiderando o elemento distância ou profundidade. Astros representados sem cuidados relativos a proporcionalidade ou mesmo, maior ou menor, mais próximo ou distante também estão incluídos na nossa classificação como *centrado*.

Elementos de natureza *descentrada* estão relacionados a conquistas de múltiplos pontos de vistas, ou seja, à descentração do ponto de vista único, primeiro e imediato e, então, uma *coordenação de perspectivas*, bem como o cuidado nas relações métricas de distâncias, tamanhos e ângulos.

A compreensão da forma esférica para a Terra, associada a uma vertical relativa no planeta, mostra-nos uma relação entre a visão científica e o vivencial, uma Terra aparentemente plana, em que há uma direção

privilegiada, no caso da Terra plana, para baixo e, na Terra esférica, para o centro. O conhecimento desta direção relativa à posição do observador, ora “dentro”, ora “fora” reflete um conhecimento que consideramos do tipo *descentrado*, em que há uma coordenação entre perspectivas e um reconhecimento da forma geométrica, mesmo que, aparentemente, através da informação unicamente visual, seja difícil associar.

Uma explicação contendo, tanto elementos vivenciais quanto aqueles referentes à construção de um modelo para o fenômeno da sucessão do dia e da noite, associando o movimento de rotação da Terra à iluminação do planeta, foi considerada como de natureza *descentrada*.

Uma Lua representada como esfera, apesar de sua forma aparente não revelar a dimensão deste satélite, foi classificada como um conhecimento de natureza *descentrada*. O mesmo ocorreu com a posição deste satélite natural em relação à Terra: quando representado ao lado do nosso planeta, mesmo que levemente acima ou abaixo do mesmo, também avaliamos como do tipo *descentrado*, afinal, esta é uma forma de associar a visão primeira que temos do planeta sempre “em cima”, no céu, com a visão deste sistema sob um outro ângulo, externo a Terra, apesar de também vermos a Lua no céu da Terra.

O reconhecimento das fases da Lua e a iluminação do Sol sobre este nosso satélite natural, resultando numa forma aparente que dá origem aos nomes de cada fase já é um olhar sob outro ponto de vista. Quando essa perspectiva está associada à relação geométrica entre Sol, Lua e Terra, há

um distanciamento da visão primeira relativa às fases da Lua e, portanto, uma observação de um ponto de vista externo à Terra, o que caracteriza a classificação como *descentrado*. O mesmo ocorre, mas com sentido oposto, quando olhamos para a Lua do ponto de vista da Terra e identificamos a localização da Lua em relação à Terra e ao Sol, no modelo. O movimento que fazemos ao olhar, ora de dentro da Terra e ora de fora da mesma, associando as duas visões, é o que estamos caracterizando como do tipo *descentrado* ou *coordenação de perspectivas*.

Nos eclipses, consideramos como *descentrada* a percepção, através da visão geocêntrica, de uma associação entre Sol, Lua e Terra, relacionando o eclipse solar com a posição da Lua na frente do Sol, e o lunar, no lado oposto e, portanto, passando pela sombra da Terra. O acoplamento desta ocorrência a um alinhamento entre esses astros indica uma conexão entre dois pontos de vistas distintos e, além disso, a associação geométrica entre esses elementos.

Diferenciar os hemisférios em estações distintas, ou mesmo as características climáticas como atreladas também às latitudes é, por si só, uma visão de pontos de vistas distintos, mesmo que presos à própria Terra, mas não apenas ao local em que ele próprio vive, *descentrado*, portanto. A associação desses elementos à inclinação do eixo da Terra estabelece uma conexão entre o todo e a parte, entre o geocêntrico e o heliocêntrico, entre a visão imediata da Terra e uma visão, do modelo, externa ao planeta, características, portanto, da visão *descentrada*.

Preocupações com distâncias e tamanhos relativos e com a inclinação de órbitas são características de uma visão externa ao planeta. Ninguém observa o Sol maior que a Lua. Portanto, a representação desta como menor que o Sol não é peculiar de uma visão primeira, o mesmo ocorrendo com os planetas ou demais estrelas. Este cuidado na representação, acompanhado por relações métricas, como o quanto maior, menor, distante ou próximo, envolve uma dimensão ainda mais precisa, fundamental nas relações *descentradas*.

O esquema de análise dos resultados é apresentado a seguir, através de uma tabela que resume e sistematiza o nosso olhar para os dados. Nela relacionamos cada um dos nossos temas da Astronomia (Terra, Lua, proporções entre os astros e fenômenos como dia e noite, fases da Lua, eclipses e estações do ano) às dimensões de análise: *centrado* ou *não coordenação de perspectivas* e *descentrado* ou *coordenação de perspectivas*. A conjunção dessas duas colunas em questão revela nossos resultados mais característicos.

Tabela 11- Esquema de análise

		Centrado ou não coordenação de perspectivas	Descentrado ou coordenação de perspectivas
Terra		Vertical absoluta Disco Planisfério, esfera achatada nos pólos ou esfera com vertical absoluta	Vertical relativa Esférica com vertical relativa
Dia e noite		Iluminação Rotação sem identificação de onde seria dia e onde seria noite	Rotação com identificação do local onde é dia e onde é noite Relação entre movimento da Terra com iluminação nas diferentes latitudes
Lua	Forma e localização	Oposição Sol e Lua “Em cima” (no céu) da Terra Disco ou parte de esfera Oposição Sol e Lua com modelo de movimento da Lua em torno da Terra	Esfera Lua ao lado da Terra, um pouco acima ou abaixo
	Fases	Só aspecto das fases na Terra Sombra da Terra na Lua Reconhecimento das fases como diferenças na iluminação vista da Terra	Relação geométrica Sol, Terra e Lua Identificação no modelo da fase visível na Terra e vice-versa
Eclipses		“fica na frente”; “tampa”	Alinhamento Sol, Terra e Lua Identificação no modelo tridimensional do eclipse lunar e solar
Estações do ano		Características climáticas Indiferenciação das estações com o hemisfério Distância Terra-Sol Explicação pela distância conhecendo as diferenças de estações nos hemisférios Mudança na Inclinação do eixo	Reconhecimento das diferenças nas características climáticas com a latitude Inclinação do eixo Explicação com características climáticas, diferenças nas estações ou diferença nas latitudes e o modelo heliocêntrico
Proporções		Terra “embaixo”, demais “em cima” Alinhamento planetário Astros com distâncias e tamanhos sem proporções entre si	Relações de proporções de tamanhos e distâncias órbitas Tamanhos e distâncias relativas

Apresentamos, a seguir, nossos resultados, relacionando cada um dos temas à cada um dos professores que participaram do curso. De modo a apresentar uma visão mais ampla, inserimos na mesma tabela os dados referentes ao início do curso e ao final do mesmo, pré e pós-testes. Na cor preta estão apresentados os dados referentes ao início do curso, na construção do modelo de universo tridimensional e, na vermelha, os dados extraídos ao final do curso, no re-olhar para a construção do modelo de universo tridimensional. As tabelas representam um resumo de cada tema.

Apresentamos os dados privilegiando os comentários efetuados pelos próprios professores, na forma de citação. Lançamos mão dos dados das filmagens do curso para enriquecer a discussão de cada um dos temas, inserindo, desta forma, os dados *intermezzo*, recolhidos nos momentos referentes às atividades em análise.

A ordem de apresentação segue a do esquema de análise apresentado na Tabela 11, que também segue a ordem cronológica do desenvolvimento das atividades: Terra, dia e noite, forma e localização da Lua, fases da Lua, eclipses, estações do ano e proporções.

5.1 Terra

Na primeira atividade do curso, alguns professores não apresentaram inicialmente uma Terra esférica. Isso ocorreu com metade dos professores da nossa amostra. A maioria deles escolheu o planisfério para representar nosso planeta. No entanto, quando os questionávamos sobre a localização do céu, ou mesmo no momento em que eles explicavam os fenômenos, havia uma necessidade deles em mudar a representação para uma esfera perfeita ou achatada nos pólos.

A forma geométrica em si não parecia ser uma grande dificuldade deste grupo em questão. Mesmo para aqueles que representaram a Terra por um planisfério, percebia-se em seguida que haviam buscado um material muito próximo ao que observam no livro didático. Quando percebiam a necessidade da Terra esférica, normalmente trocavam-na ou, no máximo, permaneciam com as duas.

No entanto, a inserção do boneco na Terra, em que avaliávamos a vertical relativa no planeta, causou alguns tropeços. Alguns professores apresentavam dúvidas quanto ao posicionamento do boneco, mesmo na Terra esférica.

A professora A, por exemplo, inicialmente encostava o corpo da boneca na Terra e, depois de algumas perguntas conseguiu se estruturar e colocar os pés do boneco na Terra. A professora E sempre encostava o corpo da boneca no planisfério e mesmo quando trocou a “Terra planisfério” pela “Terra esférica”, continuava com a vertical absoluta. O professor G

também apresentou dificuldade em posicionar o boneco em sua “Terra planisfério”, sempre tentando colocá-lo na parte superior. A professora T também teve dificuldade em perceber a vertical relativa e colocava a boneca sempre encostando o corpo dela na Terra.

A fixação do boneco na Terra, como representação do próprio professor no planeta, talvez fosse algo muito distante da realidade dele e, por isso, a dificuldade no posicionamento do boneco em vertical absoluta. No entanto, durante a execução de uma das atividades do curso, em que pedíamos para que os colocassem na Terra uma árvore construída por eles com papel e canudinho, todos pareciam saber que a ‘raiz’ da árvore ficaria dentro da terra, do chão. Mas quando vimos o direcionamento da copa “para cima”, feito pela professora E, por exemplo, percebemos a ocorrência de vertical absoluta propositada.

Os professores F, N, R, S conseguiriam expressar a vertical relativa com segurança. Quando perguntávamos se a árvore ficaria de cabeça para baixo no pólo sul, por exemplo, afirmavam:

S: *“não, não necessariamente, estou colocando assim, mas as pessoas ficam de pé, claro”.*

R: *“não, isso depende do referencial” Gira o globo e comenta: “poderia ser assim”.*

F: *“não fica por causa da gravidade”.*

As representações dos professores H e M não foram possíveis de ser identificadas. Nas imagens gravadas, esses professores se posicionaram na frente da câmera, impossibilitando a nossa identificação.

Cerca de três professores representaram a Terra por uma esfera com vertical relativa, posicionando o corpo da boneca em diferentes locais do planeta, sempre encostando seus pés no planeta. Esse tipo de representação foi considerado como *descentrado*.

Uma das professoras, ao escrever, ao final do curso, em seu re-olhar para a construção tridimensional, que não havia direcionado os objetos exatamente para o centro nos levou a um questionamento sobre o significado da vertical relativa para os professores.

R: “Uma das primeiras atividades foi a da localização (árvores) no globo terrestre, levando-se em conta a força gravitacional. Após a discussão, notei que não direcionei os objetos exatamente para o interior do globo, e sim, posicionei-os de forma a ficar “de pé” nos continentes: eis aí o meu primeiro conceito de senso comum que, após esta aula, acredito ter sido superado”.

Aliado a isto, percebemos, durante o curso, na discussão da atividade da árvore, um certo espanto e o olhar de novidade apresentado por eles quando falamos que havia um local privilegiado, uma direção fixa: para o centro da Terra. Foi interessante perceber que os professores que haviam posicionado desde o início a vertical relativa revelaram não ter pensado em direcionar os objetos exatamente para o centro da Terra.

Após o curso, no entanto, dois daqueles que apresentaram dificuldades na vertical relativa, ao rever as próprias construções, perceberam isto e comentaram. A professora T comentou que, se realizasse a construção novamente, não teria mais dúvidas sobre o posicionamento do homem na Terra. A professora E, que inicialmente representou com vertical absoluta, garantiu que mudaria a forma do planeta Terra, afirmando que

escolhera um planeta muito achatado. Ela ressalta, ainda, que não sabia como colocar o boneco na Terra e não associava isto com a gravidade, e que, então, deveria ter colocado o boneco direcionado para o centro.

Houve três professores que, apesar de terem apresentado a Terra com vertical relativa, ampliaram seus conhecimentos em relação ao tema e a sua própria concepção. Uma delas, a professora R, já citada. A outra, a professora A, que comentou:

A: “Apesar de saber que os pés se encostam no solo da Terra (posição vertical em relação ao centro) eu não consegui entrar na Terra (estar). Não me preocupei de início com isso, e falava também de ponta cabeça. Nunca tinha pensado em cima no solo e embaixo (dentro) voltado para o centro”.

Nesse comentário, o professor mostra uma mudança na natureza do conhecimento e do significado de uma vertical relativa num planeta esférico.

A terceira, a professora S, percebeu a ausência de necessidade em falar “*cabeça para baixo ou cabeça para cima*”, vendo o planeta num espaço mais amplo, no todo, não apenas nas intermediações da Terra, realçando o caráter *descentrado* de sua resposta.

Os professores H e M não explicitaram essa questão. Não sabemos se eles se lembravam da representação efetuada durante a entrevista, já que a imagem estava prejudicada.

A seguir, apresentamos a Tabela 12 contendo um resumo dos nossos principais resultados. Os dados inseridos junto à identificação do professor referem-se a elementos que não conseguimos caracterizar como *centrado* ou *descentrado*.

Tabela 12- Síntese dos resultados relativos à Terra

Terra	Centrado ou não coordenação de perspectivas	Descentrado ou coordenação de perspectivas
Professor A	Inicialmente vertical absoluta	Esfera com vertical relativa <i>"Apesar de saber que os pés se encostam no solo da Terra (posição vertical em relação ao centro) eu não consegui entrar na Terra (estar). Não me preocupei de início com isso, e falava também 'de ponta cabeça'. Nunca tinha pensado 'em cima; no solo e 'embaixo' (dentro) voltado para o centro"</i>
Professor E	Planisfério e esfera achatada nos pólos com vertical absoluta	<i>"escolhi um planeta muito achatado"</i> <i>"não coloquei a menina direito, não sabia como colocá-la, nem lembrei da gravidade e do centro da Terra"</i>
Professor F		Esfera com vertical relativa
Professor G	Planisfério com vertical absoluta	
Professor H Esfera achatada nos pólos		
Professor M Planisfério e esfera achatada nos pólos <i>Identifica a dimensão plana da entrevista</i>		
Professor N		Esfera com vertical relativa
Professor R	Inicialmente planisfério	Esfera com vertical relativa <i>"...após a discussão, notei que não posicionei os objetos exatamente para o centro"</i>
Professor S		Esfera com vertical relativa <i>"não existe 'cabeça para baixo' e 'cabeça para cima'".</i> <i>"Não sentiria a necessidade de colocar o pólo norte do lado de cima, apesar de saber que não existe 'cabeça para baixo' ou 'cabeça para cima'"</i>
Professor T	Esfera com vertical absoluta	<i>"com certeza falaria sem dúvidas sobre a posição do ser humano, representando-o na Terra"</i>

Observando esses dados podemos perceber que os professores que inicialmente não coordenam pontos de vista, representando pessoas vivendo no planeta com uma vertical absoluta, identificam esse elemento ao rever a entrevista e são capazes de perceber, também, uma outra relação para o “em cima” e o “embaixo” na Terra.

5.2 Dia e noite

O modelo para o fenômeno de alternância entre dia e noite parece ser bem conhecido pelos professores da nossa amostra. Apesar do movimento aparente do Sol no céu, os professores normalmente conseguiam estabelecer vínculos entre esse movimento diário do Sol e a rotação do planeta Terra, fazendo assim uma mudança de ponto de vista, *descentrado*, portanto.

Apenas a professora S apresentou dificuldades em localizar o dia e a noite na Terra, em seu modelo, pois inicialmente desejava relacionar o fenômeno dia e noite com a Lua e não com o Sol.

S: Dia e noite: “*é a rotação da Terra, de 24h*”. Pergunto: onde é dia e onde é noite, no seu modelo. Olha e diz: “*bom, se a Lua está aqui*”, [lado direito dele] *então aqui seria dia* [de frente para ela e de costas para o Sol]”. Comenta: “*a parte iluminada seria...*”. Fica confusa com a própria frase. Não consegue terminá-la. Começa a pensar numa associação com o Sol e diz: “*o Sol está ali, então... não sei*” e de forma bastante insegura, responde que a parte virada para ela seria noite [associando mentalmente, com o Sol, porém sem expressar verbalmente]”.

No re-olhar para a construção tridimensional do Universo os professores, em geral, não fizeram comentários sobre o dia e a noite.

Apenas a professora S, que havia apresentado dificuldades iniciais, comentou: *“Errei quando a Cristina perguntou onde era dia e onde era noite na Terra, mas depois consertei”*.

Uma novidade sobre este tema, para os professores, foi o sentido de rotação do planeta Terra. Para eles, deveria haver um sentido único de horário ou anti-horário. Esse elemento surgiu com muita força tanto na execução do curso como na avaliação feita pelos professores ao curso.

Na Tabela 13 há uma síntese dos nossos principais resultados relativos ao fenômeno “dia e noite”. Na coluna com os “nomes” dos professores estão descritas também as mudanças ocorridas na representação do modelo de Terra, principalmente ocasionadas quando pedíamos aos professores que explicassem o dia e a noite na Terra representada por eles.

Tabela 13- Síntese dos resultados relativos ao fenômeno “dia e noite”

Dia e Noite	Centrado ou não coordenação de perspectivas	Descentrado ou coordenação de perspectivas
Professor A		Claro e escuro e rotação do planeta
Professor E muda o modelo de Terra		Claro e escuro e rotação do planeta
Professor F		Claro e escuro e rotação do planeta
Professor G muda o modelo de Terra		Claro e escuro e rotação do planeta
Professor H		Claro e escuro e rotação do planeta
Professor M muda o modelo de Terra		Claro e escuro e rotação do planeta
Professor N		Claro e escuro e rotação do planeta
Professor R		Claro e escuro e rotação do planeta
Professor S	Inicialmente muito confusa, associando com a Lua e não com o Sol	Claro e escuro e rotação do planeta, porém muito confusa <i>“errei quando a Cristina perguntou onde era dia e onde era noite na Terra, mas depois consertei”</i>
Professor T		Claro e escuro e rotação do planeta

No caso específico do fenômeno “dia e noite”, todos os professores conseguiram associar a luminosidade no planeta com o movimento de rotação da Terra. Esse parece ser um fenômeno de simples compreensão para os professores. Desta forma, no re-olhar para a entrevista não houve muita identificação dos professores para erros neste tema.

5.3 Lua

a) *Forma e posicionamento*

Quanto à forma da Lua, a grande maioria dos professores representou-a por uma esfera. Apenas dois professores representaram a Lua de forma diferenciada. Um deles escolheu um disco para representá-la e o outro, $\frac{1}{4}$ de esfera.

O professor que representou a Lua por um disco, no pós-teste, apenas indicou que em sua construção tridimensional do Universo havia objetos planos. E a professora que representou por $\frac{1}{4}$ de esfera não teceu comentários sobre esta forma da Lua em seu pós-teste.

No caso do posicionamento da Lua, nos surpreendeu a grande incidência da concepção de oposição entre o Sol e a Lua. Quatro dos professores da nossa amostra apresentaram essa concepção em seu pré-teste.

Esta concepção, de oposição entre Sol e Lua, tornava-se ainda mais evidente quando os professores sentiam necessidade de explicar “dia e noite” usando a Lua para a região noturna e o Sol para a diurna.

E: *“se a Lua está aqui, o Sol estaria aqui [lado oposto a Lua] (...) dia seria na parte voltada para o Sol e noite do outro lado, voltada para a Lua”*.

S: Perguntei: onde é dia e onde é noite, no seu modelo. Olha e diz: *“bom, se a Lua está aqui”, (lado direito dele) “então aqui seria dia (de frente para ele e de costas para o Sol)”*.

F: Dia e noite: “*ocorre de acordo com o posicionamento do Sol e da Lua. Tem locais que vão ser dia, e outros, noite*”. Pergunto sobre a condição do Brasil naquele momento. Olha para o sistema e afirma: “*entardecer [Sol de um lado e Lua do outro e o Brasil no meio]*”. Pergunto como faria para mudar o dia para a noite. Afirma que deveria ser feita uma rotação e faz gestos com a mão de duas movimentações (talvez Terra e Lua). Pergunto se já havia visto a Lua durante o dia. Afirma que sim e que foi no eclipse. Pergunto se é só durante o eclipse que a Lua aparece durante o dia. Responde que tem uma vida muito atarefada e que não olha muito para o céu e não sabe dizer, mas logo depois diz que acha que a Lua aparece no amanhecer.

A: Em relação aos fenômenos, inicialmente na explicação do dia e da noite, ele usa o modelo para explicar e tem necessidade de situar a Lua como não aparecendo durante o dia por causa da claridade. Apesar de parecer que gostaria de deixar Sol e Lua em oposição, ele não reforça isso nesse momento. Pergunto se já havia visto a Lua durante o dia e ela diz: “*sim, mas durante o inverno apenas*”, e que essa havia sido uma das perguntas que as crianças [alunos] já haviam feito. E não soube responder. Então, recorre à posição relativa, segurando a Terra e dizendo que fica um virado pra lá e o outro pra cá [em oposição] e as crianças perguntavam como eles podiam enxergar a Lua durante o dia se a Lua estava de um lado e o Sol do outro. Lamentou o fato de ministrar muitas aulas e não conseguir tempo para buscar esta informação.

Interessante notar que, apesar do aparecimento da Lua durante o dia em boa parte do ciclo lunar, alguns professores tinham dúvidas sobre o aparecimento da mesma no céu no período diurno.

Além destes cinco professores que apresentaram uma concepção *centrada*, com oposição entre Lua e Sol, outros três representaram a Lua como situada “em cima” da Terra, visão esta considerada *centrada* também.

Estranho observar que, além da concepção ingênua de Lua em oposição ao Sol, ao rever as próprias construções nenhum dos professores percebeu essa concepção. A oposição entre Sol e Lua ou a Lua “em cima”

da Terra não os incomodava. Apenas dois professores situam a Lua ao lado da Terra.

Na Tabela 14, a seguir, apresentamos um resumo dos principais resultados obtidos através dos pré e pós-testes, relativos à forma e ao posicionamento da Lua.

Tabela 14- Síntese dos resultados relativos à forma e ao posicionamento da Lua

Lua – forma e posicionamento	Centrado ou não coordenação de perspectivas	Descentrado ou coordenação de perspectivas
Professor A	Oposição Lua e Sol	Esfera
Professor E	Oposição Lua e Sol	Esfera
Professor F	Oposição Lua e Sol	Esfera
Professor G		Esfera Lua ao lado da Terra
Professor H	“Em cima” da Terra	Esfera
Professor M	“Em cima” da Terra Disco	Dimensão plana
Professor N		Esfera Lua ao lado da Terra
Professor R	“Em cima” da Terra	Esfera
Professor S	Oposição Lua e Sol	Esfera
Professor T	“Em cima” da Terra; Oposição Lua e Sol $\frac{1}{4}$ de esfera	

Algo muito interessante ocorre na relação que os professores estabelecem entre o Sol e a Lua, uma relação ao mesmo tempo de dependência e de oposição, como se a presença de um desses astros indicasse obrigatoriamente a ausência do outro. Não sabemos ao certo a que essa ocorrência está relacionada. Nossa inferência é que a fase da Lua

mais vista e reconhecida no céu é a cheia em que, de fato, há uma oposição devido a grande admiração relacionada a esta fase, até mesmo pelos poetas, que intensificam este tipo de visão. Assim, acreditamos que esta é uma visão de natureza cultural e que dificilmente poderíamos modificá-la. É curioso perceber que nenhum dos professores sequer comenta sobre o seu discurso de oposição entre Sol e Lua. Parece que eles não perceberam esse erro.

b) *Fases da Lua*

Os professores da nossa amostra apresentaram dificuldades em falar sobre as fases da Lua. Em geral, reconhecem os nomes das fases, mas possuem dificuldades em relacionar esses nomes a posicionamentos relativos entre Sol, Lua e Terra, apesar de, em alguns casos, associarem as fases à iluminação solar.

O professor G apresentou uma concepção de fases da Lua como a ocorrência das mesmas relacionadas à sombra que a Terra faz na Lua, característica *centrada*.

G: Fases da Lua: “*depende da posição*”, movimenta a Terra e afirma: “*em alguns momentos a Lua estaria iluminada e em outros a Terra impediria que chegasse luz nela e então veríamos parcialmente a Lua e uma parte estaria escura*”.

As professoras A, E e T conheciam os nomes de cada fase e até mesmo o aspecto aparente, ou seja, elementos visíveis apenas, *centrados*, portanto.

A: Nas fases da Lua, afirma inicialmente que não sabe. Sente-se envergonhada e afirma: *“explico para os alunos, acompanho em vários livros e pego a bola de isopor também”*. Comento sobre os nomes das Luas (nova, crescente, cheia e minguante) para tentar sondar mais sobre a Lua e pergunto sobre a Lua cheia. Pensa durante um tempo e diz: *“sei que a Lua cheia aparece inteirinha e assim por diante, mas não sei mais nada”*.

E: *“a gente sabe, ela aparece, que existe a Lua cheia, minguante, mas a gente não sabe [como], não tem isso nos livros, é um assunto difícil, a gente não vê, são umas três ou quatro aulas na 5ª série e acaba o assunto, o livro é muito pouco, o que a gente sabe são leituras diversas”*.

T: Fases da Lua: *“acontece de 21 em 21 dias. Elas têm alteração de luminosidade. Conforme o posicionamento da Lua você vê uma Lua, crescente, minguante”*. Pergunto como seria uma Lua cheia na montagem. Pensa e diz: *“ela aqui está com um quarto crescente”*. Afirma: *“é o posicionamento do Sol e da Lua, agora exatamente, onde tem que estar o Sol e a Lua, eu não sei. Isso, só sei para o caso do dia e da noite”*.

As professoras H, R e S afirmavam existir uma relação entre Sol, Terra e Lua, porém tinham dificuldades em posicionar a Lua. A professora H, apesar de apresentar conhecimentos relativos às fases e iluminação, confundia uma série de elementos, como inclinação da Terra e Lua nova ficando ‘escondida’. A professora S citava a iluminação e afirmava não ter a mínima noção sobre como ocorre. Já a professora R, além de relacionar Sol, Terra e Lua em termos de iluminação, esboçava elementos de posicionamento da Lua em relação aos demais astros envolvidos no fenômeno.

H: Fases da Lua: *“não sei muito bem, mas tem relação com a inclinação da Terra e com o Sol. Lua cheia deve ser quando está mais voltada para o Sol, porque durante as noites de Lua cheia dá pra andar na rua sem nada, ela vai te acompanhando, a luz natural. Mas não sei a posição, mas está mais voltado para o Sol, porque reflete mais luz. E quando tem as outras Luas a Terra deve... [não termina] ela vai ficando*

mais escondida". Pergunto da Lua nova, ela diz que pode ser que esteja surgindo.

S: Fases da Lua: fica confusa. Comento sobre os nomes das fases da Lua (nova, cheia, minguante e crescente). Afirma: "*é em relação ao Sol, parte iluminada, acho que tem a ver com o Sol*". Pergunto: "*quando vai ser Lua nova, cheia*" e afirma: "*só Deus sabe!*", "*Tem um calendário de Lua aí?*" E sorri. Pergunto: onde ela está agora [no seu sistema] que Lua é? Pensa, ri e diz que não sabe. Pergunto: quando ela seria cheia? Questiona: "*tem haver com as marés? E diz que não sabe mesmo*".

R: Fases da Lua: pensa bastante, e afirma: "*talvez tenha uma relação entre a luz do Sol, a Terra e a Lua. Mas tenho que pensar, associar*". Afirma que não saberia explicar no esquema dali: "*depende da posição da Lua em relação à Terra. Como ela gira em torno da Terra*". Pergunto qual seria a Lua na posição presente. Afirma: "*em determinada posição seria cheia, e em outra, minguante*". Pergunto como a Lua fica nova. Afirma: "*quando ela gira*".

Apenas três professores apresentaram conhecimentos de natureza *descentrada* na concepção de fases da Lua. Mesmo assim, o professor N, confundia Lua nova com cheia, o professor M posicionava incorretamente a Lua nova e a professora F mostrava-se extremamente insegura. Porém, esses três professores estabeleceram relação entre Sol, Lua e Terra em posição relativa, aspectos visíveis das fases e iluminação.

F: Fases da Lua: comenta sobre os aspectos visíveis na Terra. Fala que a Lua cheia deve ser devido à radiação solar. Peço para identificar no sistema que Lua seria. Diz que seria a cheia [correto]. Pergunto sobre a Lua nova e afirma: "*deve estar escondida*", pega a Lua e posiciona entre a Terra e o Sol, bastante insegura dizendo que não sabe se estaria confundindo.

M: Fases da Lua: "*quando ela está nesta posição [Terra em frente ao Sol e a Lua à direita] seria Lua nova e continua como se houvesse falado a Lua nova e diz: "quando recebe a luz aqui (pega só a lateral do disco) dica em forma de c Lua crescente, Lua cheia quando recebe luz direta [correto] e minguante quando recebe a luz no sentido contrário. Uma forma de identificação da natureza é, no Hemisfério Sul, na forma de c Lua crescente. A Lua gira em 28 dias em torno do*

seu eixo e 28 dias em torno da Terra. A Lua vai depender também da posição da Terra, a Lua vista”.

N: Fases da Lua: *“tem um movimento em torno da Terra em 28 dias e, como esse movimento coincide com o de rotação da Lua, vemos apenas uma face da Lua”.* Pergunto como seria uma Lua nova, por exemplo. Responde usando o modelo, dizendo: *“depende do posicionamento relativo ao Sol. Lua nova é quando não tem incidência de luz e cheia é quando está totalmente iluminada?”.* Digo que não sei. Afirmo que está tentando lembrar. Explica: *“a Lua nova seria quando estivesse na posição [da Lua cheia]”,* faz o movimento e vai mostrando onde seria cada Lua, confunde os posicionamentos das Luas cheia e nova, apesar de dizer corretamente o que seria cada uma, e não lembrar o sentido do movimento.

Após o curso, quatro professores, apesar de não terem explicitado seu novo conceito, verificaram, ao analisarem suas montagens tridimensionais, seus erros e escreveram após o curso que conseguiriam responder sobre as fases da Lua.

G: *“A respeito da parte escura da Lua, afirmei que seria a sombra da Terra. Agora teria maior facilidade”.*

H: *“As fases da Lua não sabia entendi melhor como elas se formam. - Não sabia nada sobre as fases da Lua. Agora sei o que é uma Lua crescente, nova, minguante e cheia”.*

M: *“fases da Lua – não estava fixado o conceito científico do fenômeno (vago)”.*

T: *“Quanto aos conceitos, com certeza falaria sem dúvidas em relação a ... Lua e suas faces e fases principais”.*

Outros três professores apresentaram seus novos conceitos e estabeleceram relação entre os horários de aparecimento da Lua e sua fase, uma característica importante na visualização tanto da Lua no céu como da mesma inserida no modelo (Sol, Terra e Lua) e fundamental na concepção

descentrada, a qual é possível relacionar o todo e a parte. Os professores F, A e R comentaram seus aprendizados.

F: *“As fases da Lua - sabia mais ou menos como acontecia, agora sei como acontece e a seqüência, horário”*.

A: *“Em relação a Lua foi muito interessante as fases, sua posição em relação ao Sol, quando enxergamos ou não. - Foi muita novidade. A Lua faz rotação e translação num sincronismo, os dois com a mesma duração. Então, dependendo de como a enxergamos aqui da Terra temos: Cheia – enxerga durante a noite e vê ela toda; Nova – enxerga de dia, apenas o contorno; Minguante – sai da cheia e diminui, vemos um pouco a noite e um pouco durante o dia; Crescente – sai da nova e aumenta, vemos um pouco à noite e um pouco durante o dia”*.

R: *“As fases da Lua foi o que mais me intrigou. Muitas dúvidas surgiram no momento de representar durante a entrevista. Não tinha idéia que a Lua nova aparecia durante o dia, mas durante os experimentos do curso pude observar melhor as fases da Lua”*.

A seguir, apresentamos a Tabela 15 com um resumo dos nossos principais dados referentes às fases da Lua. Ressaltamos que os dados inseridos na coluna de identificação dos professores referem-se a elementos que não conseguimos classificar como *centrado* ou *descentrado*.

Tabela 15- Síntese dos resultados relativos às fases da Lua

Fases da Lua	Centrado ou não coordenação de perspectivas	Descentrado ou coordenação de perspectivas
Professor A	Aspecto da Lua nas quatro fases	<i>"em relação a Lua foi muito interessante as fases, sua posição em relação ao Sol, quando enxergamos ou não... a Lua tem uma inclinação diferente da Terra e dá volta sem causar sempre eclipse"</i>
Professor E <i>"apresentei dificuldades para falar da Lua"</i>	<i>"a gente sabe, ela aparece, existe a Lua cheia, minguante, mas a gente não sabe [como], não tem nos livros, é um assunto difícil"</i> Movimento da Lua na parte externa da órbita da Terra em torno do Sol	
Professor F		Reconhece as fases, sua iluminação e local no modelo (apesar de insegura) <i>"As fases da Lua, sabia mais ou menos como acontecia, agora sei como acontece e a seqüência e horário"</i>
Professor G <i>"a respeito da parte escura da Lua, afirmei que seria a sombra da Terra... agora teria mais facilidade"</i>	Sombra da Terra na Lua	
Professor H <i>"não sabia e agora entendi melhor"</i>	Não identifica modelo com forma aparente	<i>"não sabia nada sobre fases da Lua. Agora sei o que é uma Lua crescente, nova, minguante e cheia"</i>
Professor M		Reconhece as fases e o local no modelo, porém com imprecisão na Lua nova <i>"fases da Lua - não estava fixado o conceito científico do fenômeno (vago)"</i>
Professor N		Relação Sol, Lua e Terra
Professor R		Relação entre a luz do Sol, a Terra e a Lua <i>"as fases da Lua foi o que mais me intrigou. Muitas dúvidas surgiram no momento de representar durante a entrevista. Não tinha idéia que a Lua nova aparecia durante o dia, mas durante os experimentos do curso pude observar melhor as fases da Lua"</i>
Professor S		Fases com iluminação solar <i>"saberia responder onde é a Lua cheia que a Cris perguntou"</i>
Professor T <i>"falaria sem dúvidas sobre as fases da Lua"</i>	Desconhece o posicionamento	Fases com iluminação solar

Alguns professores, no tema fases da Lua, reconheceram as fases na relação Sol, Terra e Lua, porém de forma bastante insegura, como eles próprios indicam na releitura de suas explicações das fases. Podemos perceber que este foi um tema difícil. Muitos afirmaram que saberiam explicar melhor, mas poucos se arriscariam em se expor para a explicação das fases. Aqueles professores que possuíam uma visão mais *centrada*, com poucos elementos de modelo Sol, Terra e Lua, ao final apenas explicitaram que, no início, não conseguiam explicar as fases. Alguns até afirmaram que poderiam explicar. No entanto, em momento algum o fizeram. Uma única exceção ocorreu com a professora A, em que sua maior dificuldade era no tema da Lua e, ao final, ela explicitou claramente seu novo conceito. Para os professores que apresentaram algumas noções de modelo, mais descentrado do ponto de vista único da Terra, alguns deles também apenas apresentavam que no início o tema era vago, não tinham muita clareza, mas trouxeram poucos elementos à tona. Poucos professores apresentaram alguns novos conceitos aprendidos durante o curso neste tema.

5.4 Eclipses

Os professores, em geral, conheciam eclipses. Porém, alguns os explicavam apenas com elementos visíveis, de natureza *centrada*, portanto. É o caso das professoras E, H e T. No caso da professora H, apesar de tentar explicitar uma espécie de alinhamento, não tinha noção de quais elementos estariam envolvidos neste alinhamento.

E: Ao perguntar sobre eclipses, comenta: *“este eu sei”*. Diz: *“tem o da Lua e do Sol, quando eles encontram um tapa o outro e fica mais escuro, isso a gente sabe”*. Então pergunto sobre o eclipse do Sol especificamente, e afirma: *“teve um agora em outubro”*. Comento que aquele foi o da Lua e continua dizendo que foi no início de outubro, mas que não viu nada. Começa a fazer, o eclipse, experimentalmente. Coloca a Lua passando na frente do Sol e afirma que: *“um passa na frente do outro e deve fazer sombra”*. Então pergunto se aquele é o eclipse do Sol ou da Lua e afirma não saber e que representar aquilo não saberia porque nunca havia feito isso, ri e olha para cima dizendo: *“que a Lua tampa o Sol e fica escuro, é isso que a gente fala”*.

H: Eclipse: *“pode ser causado pelo Sol ou pode ser até um planeta que esteja alinhando-se. Ele pode ocorrer com o movimento do Sol e da Terra. Um passa na frente do outro e o raio do Sol é atrapalhado, não fica na mesma órbita e não dá para a gente perceber. Pode até ser um cometa e outra coisa que atrapalha ou pode ser até alinhamento dos planetas”*.

T: Eclipses: *“quando tem a junção Sol e Lua. Você tem uma imagem e uma outra e sobrepõe e forma o eclipse”*. Pergunto se isso ocorre nos dois. Afirma que, no caso da Lua, pega a Terra e coloca em frente ao Sol, fazendo um alinhamento. Comenta: *“a luz do Sol é impedida de passar e então é um eclipse”*. Pergunto sobre o Sol e diz que tem sobreposição do mesmo jeito. Comenta: *“vai estar escuro”*. Ri e diz: *“só tem pergunta difícil”*. Afirma, ainda que: *“as perguntas são muito interessantes porque você começa a ver que se fizesse o mesmo com o aluno e tivesse colocando essas mesmas perguntas e não estivesse numa situação real, colocaria o mesmo problema para ele”*.

O professor G fez um pouco de confusão ao explicar o eclipse. Em alguns momentos, confundiu o eclipse com dia e noite, falava que aqueles posicionados atrás da Terra não veriam o Sol, o que seria a noite desta parte da Terra, e não um eclipse.

G: *“Eclipses: lunar – a posição da Lua em relação ao Sol faz com que não vejamos o Sol, e a Lua fica tampando o Sol”*. No solar fala que vai precisar do modelo esférico para explicar o outro eclipse e explica: *“sendo a Terra redonda, quem está aqui [parte contrária ao Sol] não consegue ver o Sol, porque a posição dela não permite visualizar o Sol, e seria o eclipse Solar”*. Pergunto sobre aquele modelo, como seria o dia e a noite. Comento da semelhança das explicações e pergunto sobre a diferença entre os dois fenômenos. Ele se dá conta do erro e afirma

que não recorda. Afirma que não é a Lua, e que é a própria posição da Terra. Comenta: “*seria dia, veríamos parcialmente o Sol, porque a Lua o encobriria*”.

Quatro professores abordaram o conceito do eclipse com elementos de natureza *descentrada*, explicitando o alinhamento e a posição dos astros envolvidos:

A: Explica os eclipses como tendo o lunar e o solar, ocorrendo devido ao posicionamento na mesma direção e um ofuscando o outro. Pergunto sobre o eclipse solar. Afirma, com bastante facilidade: “*a Lua fica na frente do Sol e obstrui a passagem da luz*”. No eclipse lunar não soube responder. Afirmou que a luz solar estaria numa determinada direção [realiza o movimento com a mão indicando a direção do Sol passando pela Terra].

F: “*Eclipses: tem o lunar e o solar, a Lua parece que é encoberta pelos raios solares. Ficaria alinhada*”. Pergunto sobre o outro eclipse e afirma que estaria do lado oposto. Acha que está muito confusa.

M: “*Eclipses: alinhamento. Eclipse total quando o Sol é todo tampado e parcial quando parte é visível*”. Pergunto sobre o eclipse lunar e responde que seria a sombra da Terra, não sendo possível ver a Lua, pode ser total ou parcial. Total quando a Lua estiver totalmente encoberta pela sombra da Terra e parcial quando o alinhamento não estiver perfeito.

S: E os eclipses: “*quando a Lua fica entre a Terra e o Sol*”. Posiciona a Lua entre a Terra e o Sol. Pergunto: e esse seria o solar ou o lunar? Pensa e responde que deve ser o Solar, pergunto: e o outro? Afirma: *deve ser assim* [posiciona a Lua do lado oposto, colocando o Sol entre a Terra e a Lua].

R: “*Eclipses: sombra. Quando estão alinhados, o Sol, a Lua e a Terra, fazem uma espécie de sombra e teríamos um eclipse*”. Comento sobre a existência do eclipse lunar e solar, e pergunto sobre a diferença entre eles. Pensa e comenta que está em dúvida. Mostra no esquema que o eclipse lunar seria a Lua entre a Terra e o Sol. E o lunar seria quando a Lua vai para o outro lado. Pergunto se ocorre todo mês e responde que não. Não sabe em quanto tempo.

Nos comentários dos professores, ao final do curso, verificamos que cinco deles identificaram suas dificuldades iniciais neste tema e afirmaram melhor compreendê-lo após o curso, porém não explicitaram seus novos conhecimentos sobre o tema. A professora F possuía um conhecimento do tipo *descentrado*, porém tinha dúvidas e pôde perceber isto em seu re-olhar para sua construção.

E: *“Também eclipses, me confundi com o Solar e o Lunar, era vago para mim”*.

G: *“A questão do eclipse, trataria de forma diferente, seria mais objetivo informando a diferença do eclipse lunar e o eclipse solar”*.

R: *“Não consegui representar os eclipses solar e lunar, bem como os movimentos da Terra e da Lua, os tipos de sombra. Mostrei no modelo um eclipse que não tinha nada em comum com o estudado durante o curso. Foi muito gratificante poder perceber diferenças entre a primeira fase (entrevista) e o final do curso”*.

S: *“Não consegui definir eclipse solar e lunar em relação as posições.- Saber responder o eclipse lunar”*.

F: *“Eclipse– expliquei certo, porém não tinha certeza”*.

A professora A, que já tinha um conceito *descentrado* para eclipse solar, explicitou, para o caso da Lua, um elemento extra, como a diferença na inclinação da órbita lunar em relação à terrestre.

A: *“Ela tem uma inclinação diferente da Terra e dá volta sem causar sempre eclipse”*.

Na Tabela 16, a seguir, apresentamos uma síntese de nossos principais resultados relativos aos eclipses solar e lunar.

Tabela 16- Síntese dos resultados relativos aos eclipses

Eclipses	Centrado ou não coordenação de perspectivas	Descentrado ou coordenação de perspectivas
Professor A		Alinhamento Para o Solar: identificação no modelo ao correspondente visível <i>"ela tem uma inclinação diferente da Terra e dá volta sem causar eclipse"</i>
Professor E <i>"me confundi com o solar e lunar. Era vago pra mim"</i>	<i>"a Lua tampa o Sol e fica escuro"</i>	
Professor F		Identificação de ambos, mas insegura <i>"não tinha certeza dos eclipses solar e lunar"</i> <i>"expliquei certo mas não tinha certeza"</i>
Professor G <i>"a questão do eclipse trataria de forma diferente, seria mais objetivo informando a diferença do lunar e solar"</i>	<i>"a posição da Lua em relação ao Sol faz com que não vejamos o Sol, e a Lua fica tampando o Sol"</i>	
Professor H	<i>"um passa na frente do outro e o raio do Sol é atrapalhado"</i>	
Professor M		Identificação de ambos
Professor N		
Professor R <i>"não consegui representar os eclipses solar e lunar, bem como os movimentos da Terra e da Lua"</i>	Reconhece o alinhamento de ambos eclipses, porém não sabe como ocorre cada um deles	
Professor S <i>"não consegui definir eclipse solar e lunar em relação às posições"</i>		Identificação de ambos, porém insegura no eclipse lunar <i>"saberia responder o eclipse lunar"</i>
Professor T <i>"tinha dúvidas sobre eclipses"</i>	<i>"a luz do Sol é impedida de passar, e então, é um eclipse"</i>	

Os professores, em geral, não expuseram seus novos conhecimentos neste tema. Eles apenas identificaram que tinham dúvidas, ou que não conseguiram explicar os eclipses no início, na entrevista. Porém, não explicitaram o novo conhecimento. Aqueles que já tinham um conhecimento mais *descentrado* no tema perceberam elementos interessantes, como a professora A, que compreendeu o porquê de não haver eclipses todo mês. No entanto, a maioria apenas indicou que saberia explicar, porém não o fez.

5.5 Estações do ano

Características estritamente relacionadas à temperatura, vegetação e clima foram observadas em três dos professores da nossa amostra. Não conseguiam expressar as estações do ano através de um modelo, externo ao planeta, por isso foram classificados como *centrados*.

T: Estações do ano, diz: *“tudo está ligado à iluminação. Têm dias mais longos e dias mais curtos, os equinócios”*. Pergunto como ocorre a mudança. Responde: *“eu já acredito na influencia da Lua também, porque há estudos que estão falando que daqui há alguns milhões de anos a Lua vai se afastando da Terra. E o poder de atração sobre a Terra também. Ela controla os movimentos dos mares e os movimentos sul?, principalmente os físicos que tem no planeta, e se você tem um descontrole do físico você tem um descontrole do químico. E no caso da Lua, se esse afastamento ocorrer teremos problemas principalmente na parte natural toda do sistema na Terra”*. Pergunto se essa teoria influenciaria nas estações do ano. Afirma que também, mas que no caso das estações seria mais a luminosidade. Peço para que diga a estação correspondente a sua montagem. Diz: *“essa estação [a da representação], cheia de estrelas, não seria verão, porque no verão escurece mais tarde, céu mais claro. Então seria inverno”*. Pergunto como ocorre o verão, por exemplo. Pensa e responde que em questão de posicionamento, pensa mais um pouco e diz: *“você pára para ver, e vê que você faz tudo de forma automática, né? Pra mim, o verão está sempre ligado a questão da luminosidade, do movimento, de rotação, de translação é todo um conjunto. Tem uma série de questões físicas e químicas do meio ambiente. Mas como acontece todo esse processo.*

Quando muda de uma estação para a outra eu só sei quando eu vejo. A primavera é nítida, o período. Você logo vê que é primavera. No inverno você logo vê pela temperatura, chuvas, estiagem, noites mais longas. Agora como acontece esse processo, pra mim é ligado a Lua. E como tudo isso acontece eu não sei”.

E: Nas estações do ano afirma existir uma relação com o movimento da Terra, comenta que esqueceu, e continua: *“muda a cada três meses. Esqueci porque faz uns oito anos que não dou aulas para a 5ª série”.* Comenta que os livros não explicam direito, que apenas dizem: *“no verão o Sol fica mais acentuado e a temperatura muda por causa do efeito el niño, e isso eles [professores] explicam também”*, afirma essa professora. Tento verificar o que saberia sobre esse assunto, mas afirma realmente desconhecer.

F: *“Estações do ano: sei que são quatro”.* Pergunto sobre a mudança delas. Afirma que não sabe. Afirma: *“Só sei o que acontece na Terra. Frio, quente, vegetação. Mas nada, além disso, saberia dizer”.* Questiono mais, pensa e afirma que tem a ver com Lua e Sol.

Observamos, ainda, que um professor explicou as estações através de uma possível diferença no distanciamento do planeta ao Sol. Este, ao ser questionado sobre a diferença das estações para os hemisférios norte e sul, começou a explicar movimentando o eixo da Terra. Esta resposta também foi considerada de natureza *centrada*.

N: *“Estações do ano: como a luz caminha em linha reta temos maior incidência na região equatorial, na face voltada. Também posso explicar isso pela órbita elíptica e teremos momentos em que o planeta está mais afastado ou próximo do Sol. Usando esses dois fatores eu posso explicar as estações”.* Pergunto sobre a diferença nos dois hemisférios e se o modelo explicado resolve. Afirma que seria preciso, ainda, considerar o movimento da Terra, como o de um peão, e assim, a face mais voltada variaria.

Outros três professores também movimentaram o eixo da Terra para explicar a diferença das estações do ano entre os hemisférios, apesar de não iniciarem pelo afastamento ou proximidade da Terra ao Sol.

F: “*Estações do ano: são determinadas de acordo com o movimento da Terra, mas não o movimento em torno do seu próprio eixo, como é no dia e noite. Já as estações são determinadas pela posição da Terra em relação ao Sol e da inclinação do eixo da Terra. Conforme ela vai girando em torno do Sol, vai inclinando, e em cada quadrante vai tendo as estações*”. Pergunto sobre a diferença das estações nos hemisférios. Usa o eixo, afirmando: “*a parte de baixo recebe mais luz, nessa parte do ano*”. Pergunto se seria pela inclinação, e afirma que, grosso modo falaria isso. E continua: “*a Terra vai mudando o posicionamento [inclinação do eixo] até que a parte de cima receba mais luz. O que muda é a inclinação da Terra em relação ao Sol*”.

R: “*Estações do ano: depende de como a luz do Sol incide*”. Aproxima a Terra do Sol. Afirma: “*vai depender da inclinação*”. Comento das diferenças nas estações dependendo do hemisfério e pergunto como é possível explicar isso. Responde que talvez fosse a quantidade de luz de cada hemisfério. Fala em máximo e mínimo de inclinação para definir estações. Pensa, e inicia o pensar junto a representação. Inclina a Terra e aponta para a região do equador como tendo mais luz, e o pólo norte menos, isso definiria as estações. Pergunto como isso muda. Ele dá a volta com a Terra, e diz: “*é a mesma coisa*”. Afirma: “*é quando o eixo muda, e então, tudo muda*”.

H: “*Estações do ano: movimento de translação, em que dá volta em torno do Sol e, além disso, possui inclinações. Essas duas coisas dão as estações*. Peço para explicar mais. Comenta sobre a inclinação do eixo, pega a Terra, inclina o eixo e explica que a região mais voltada para o Sol (um dos pólos) é verão e a outra é inverno. Depois, movimentada totalmente o eixo e comenta: “*quando ela faz isso (vira o eixo), que é o que está ocorrendo agora. Ela tem verão mais no sul e inverno no norte*”. Pergunto como seria essa passagem. Realiza com o corpo os movimentos da Terra, parecendo o João Bobo e faz com o dedo o giro total.

Houve, ainda, um caso interessante em que um professor já havia feito curso de Astronomia e que, mesmo assim, não estava convencido sobre o papel do eixo de inclinação da Terra, explicitando que seria mais fácil pensar em proximidade e afastamento do Sol à Terra.

M: Pergunto sobre as estações do ano: faz comentário sobre os movimentos, rotação e translação. “*Rotação: dia e noite e translação num período de 365 dias e 6 horas*”. Fez um movimento da Terra acima do Sol (e não no mesmo plano) e diz que o ângulo do eixo não varia e

isso explica as estações. Pergunto sobre as diferenças das estações. Diz que havia feito um curso e havia usado uma lanterna para explicar as estações e que essa pergunta ele havia feito ao professor. E o professor confirmou que seria isso mesmo, teria que permanecer com o eixo na mesma posição. Afirma: *“Ele me convenceu de que seria isso. E a minha dúvida também é essa: se continua igual. Pensava que com a distância, a luz percorrendo um espaço maior perderia fótons e mais energia, porém ele confirmou que a Terra permanecia no mesmo ângulo e que faria todo o movimento no mesmo ângulo. E eu permaneço na dúvida, não sei se seria isso mesmo, ou se ela se ajusta no decorrer do processo”*.

Interessante este professor, afinal, havia feito um curso, sabia de elementos da resposta, porém não estava convencido. A resposta para as estações do ano necessitava de elementos mais amplos e gerais, uma visão do todo associado às partes, e que é mais difícil mesmo. Assim, esse conceito parece mais complexo.

Apenas uma professora, que também havia feito um curso sobre Astronomia, abordou o conceito das estações sem mudar o eixo de inclinação da Terra.

A: Nas estações do ano, mencionou que sabia da não relação com a diferença de distância e que estava ligado à inclinação. Começou sua explicação pegando a Terra e mostrando que o Sol incidiria mais em cima (volta ao geocêntrico: Sol em cima) e mostrei-lhe que o Sol (do modelo) estava do outro lado para que usasse o modelo. Então se voltou para o Sol, disse que a incidência solar seria maior em cima e, então, seria verão em cima, e inverno embaixo. Questionei sobre o como ocorreria o contrário e, responde: *“o eixo não muda”* e diz: *“vai ter um momento que vai ficar ao contrário”*.

Um dos temas mais comentados pelos professores no re-olhar para as construções da primeira atividade foi “estações do ano”. Muitos consideraram inadequadas as explicações iniciais feitas na entrevista, no pré-teste.

Foi possível identificar, através dos comentários, que os professores, após o curso, associavam as estações com a inclinação do eixo e não mais o movimentavam para explicar as estações.

A: Estações do ano: Inclinação do eixo e incidência da luz e não a distância dos raios”.

E: “Não soube responder sobre as estações do ano, não soube falar nem do eixo da Terra, tão pouco dos fusos horários e ângulo da Terra para explicar a incidência do Sol (verão – incidência) que primavera e outono são seqüências do inverno e verão respectivamente”.

F: “A respeito das estações do ano, não sabia explicar. Agora ficou bem claro que a inclinação da Terra e a intensidade de luz é que vão fazer esta diferenciação de inverno e verão e as demais, de acordo com a estação anterior”.

Os conceitos de estações do ano da professora E eram apenas: “muda a cada três meses”, nada mais conseguia explicitar. Apesar de apenas ter citado nomes de conceitos fundamentais na explicação das estações, um pequeno avanço já havia ocorrido.

Já a professora F começou a perceber as estações como um ciclo, pelo fato de relacionar com a estação anterior. Ela, anteriormente ao curso, pensava nas estações apenas com características de temperatura e clima.

Alguns professores, principalmente aqueles que mudavam a inclinação da Terra para explicar a mudança das estações, teceram comentários, no re-olhar para as suas construções, sobre o caráter fixo do eixo de inclinação da Terra para a explicação das estações.

H: “A inclinação da Terra não muda, mas a posição dela no movimento de translação. - Estações do ano: eu achava que a Terra mudava sua inclinação aprendi que as estações do ano se dão pelo movimento de

translação de acordo com a quantidade de luz que a Terra recebe ao dar uma volta em torno do Sol”.

M: “não era claro o conceito com relação ao eixo (inclinação), se o mesmo acompanha o movimento da Terra (rotação), o que ficou claro quando foi trabalhado o conceito das quatro estações do ano, onde o mesmo ângulo de inclinação do eixo da Terra permanece fixo na órbita do movimento de translação caracterizando cada estação, observando-se cada fenômeno ou características das estações, dependendo do local que se observa cada fenômeno (hemisfério norte ou hemisfério sul, por exemplo)”.

Interessante notar que “estações do ano” foi um tema importante na construção tridimensional do Universo do professor M. Ele já havia feito um curso de Astronomia, porém permanecia com dúvidas na mudança do eixo e no distanciamento do planeta ao Sol. Verificamos que, ao final do curso, ele pareceu ter solucionado essas dúvidas.

Alguns professores comentaram seus erros no pós-teste. No entanto, não explicitaram os conceitos novos, deixando dúvidas relativas ao conhecimento apenas do erro ou do novo conceito.

N: “Estações do ano. Conceito incompleto, digo, parte incorreto. Associação com rotação de eixo e não com a translação do planeta como um todo”.

R: “Tinha muitas dúvidas quanto a quantidade de luz inserida no planeta, a formação do equinócio e as estações do ano, mas visualizando nos experimentos ficou mais fácil para identificar e diferenciar as estações do ano e o porquê disso acontecer”.

S: “ Saberia responder (explicar) melhor sobre as estações do ano”.

T: “Quanto aos conceitos, com certeza falaria sem dúvidas em relação a... estações do ano...”

A Tabela 17 mostra uma síntese dos dados das “estações do ano”.

Tabela 17- Síntese dos resultados relativos às estações do ano

Estações do ano	Centrado ou não coordenação de perspectivas	Descentrado ou coordenação de perspectivas
Professor A		Explicação com inclinação do eixo fixo e diferenças nos hemisférios <i>"inclinação do eixo e incidência de luz e não distância dos raios"</i>
Professor E	<i>"muda a cada três meses"</i> <i>"no verão o Sol fica mais acentuado"</i>	<i>"não soube responder sobre as estações do ano, não soube falar nem do eixo da Terra, tão pouco dos fusos horários e ângulo da Terra para explicar a incidência do Sol (verão – incidência) que primavera e outono são seqüências do inverno e verão"</i>
Professor F	<i>"são quatro"</i> <i>"fica frio, quente, muda a vegetação"</i>	<i>"a respeito das estações do ano, não sabia explicar. Agora ficou bem claro. Que a inclinação da Terra e a intensidade de luz é que vai fazer esta diferenciação de inverno e verão e as demais de acordo com a estação anterior"</i>
Professor G	<i>"conforme ela vai girando em relação ao Sol, vai inclinando, e em cada quadrante vai tendo as estações"</i>	
Professor H	Movimento do eixo para explicar as estações	<i>"a inclinação não muda, mas a posição no movimento de translação"</i> <i>"Estações do ano eu achava que mudava a inclinação, aprendi que se dá pelo movimento de translação de acordo com a quantidade de luz que a Terra recebe ao dar uma volta em torno do Sol"</i>
Professor M	<i>"pensava que com a distância a luz perderia fótons e mais energia, porém ele afirmou que permaneceria no mesmo ângulo e eu permaneço na dúvida."</i>	<i>"não era claro o conceito com relação ao eixo (inclinação), se o mesmo acompanha o movimento da Terra (rotação), o que ficou claro quando foi trabalhado o conceito das quatro estações do ano, onde o mesmo ângulo de inclinação do eixo da Terra permanece fixo na órbita do movimento de translação caracterizando cada estação, observando-se cada fenômeno ou características das estações, dependendo do local que se observa cada fenômeno. (hemisfério norte ou hemisfério sul, por exemplo)"</i>
Professor N	Afastamento e proximidade do Sol e movimento do eixo	<i>"associação com a rotação de eixo e não com a translação do planeta como um todo"</i>
Professor R <i>"Tinha muitas dúvidas quanto a quantidade de luz inserida no planeta, a formação do equinócio e as estações do ano, mas visualizando nos experimentos ficou mais fácil para identificar e diferenciar as estações do ano e o porquê disso acontecer"</i>	Mudança do eixo	
Professor S <i>"não sabia estações do ano; saberia responder (explicar) melhor as estações do ano"</i>	Há mais ou menos Sol em função da inclinação da Terra.	
Professor T <i>"saberia explicar as estações do ano"</i>	Iluminação – dias mais longos e mais curtos. Só característica geocêntrica	

Muitos dos conhecimentos dos professores no início do curso, apresentados na entrevista, sobre as estações do ano, estavam relacionados à idéias restritas à nossa percepção imediata das estações, como a variação da temperatura e o aspecto das árvores. Neste tema, o crescimento parece ter sido muito superior. Vários professores comentaram este tema, explicitando claramente seus erros nas entrevistas e suas novas visões.

5.6. Proporções

Um dos elementos fundamentais nas relações espaciais para o conhecimento *descentrado* são as proporções entre tamanhos e distâncias. Entendemos que compreender as dimensões relativas dos astros é também uma mudança de referencial, é ‘ver’, no nosso caso, o Sistema Solar sob um outro ponto de vista, não geocêntrico.

As atividades realizadas durante o curso que, de certa forma, acreditamos contribuir para um amadurecimento das proporções foram: achatamento da Terra, a construção do Sistema Solar em escala e a simulação dos movimentos de translação e rotação dos planetas do Sistema Solar, na qual exploramos as observações geocêntricas dos planetas a partir de seus movimentos.

No pré-teste, verificamos uma série de elementos que, em nossa opinião, são característicos de um modo de pensar *centrado*. Entre eles, a dimensão da Terra ou do Sol, caracterizada por um ponto de vista muito particular do observador terrestre, representando a Terra por um objeto

muito maior que os demais planetas e, em alguns casos, maior que o Sol. Uma exagerada importância relativa ao tamanho foi dada à Terra em cerca de cinco construções espaciais (A, E, F, H e T). Em três destes (E, F e T), a Terra era maior até mesmo que o Sol e nos demais, apenas o Sol foi representado como maior que a Terra.

Houve, também, apontamentos relativos a uma importância exagerada dada ao Sol, explicitando-o como a maior estrela da Via-Láctea.

R: Pega uma esfera grande e a insere em linha (na mesma altura) com Terra e Marte. Pergunto sobre o tamanho do Sol e comenta: *“é o maior da via Láctea e do Sistema Solar, deve ter outros sóis bem maiores”*. Afirma não saber as proporções, mas seria maior.

R: Pergunto sobre as distâncias. Responde: *“as distancias devem ser bem maiores”* [que aquela representada], *“não sei em números”*. No entanto, acredita que seriam maiores. Pergunto sobre Lua e Marte, responde que a Lua não estaria tão longe, mas Marte estaria bem mais distante (está fazendo uma relação entre a montagem e aquilo que pensa, porém não modifica a representação). Pergunto sobre as estrelas. Responde: *“estariam em toda área. Insere estrelas de cinco pontas, bem próximas e ligeiramente acima”*.

E: Responde: *“o Sol é maior que a Lua, não é?... o meu Sol é assim, eu acho que é assim.”* Responde muito pensativo, sem saber ao certo do que estava falando. Depois diz: *“é pela distância que parece que ele é pequeno, porque, senão, como ele conseguiria iluminar tudo”*, ao terminar esta frase fica pensativa e olhando pra cima.

Em relação à forma, poucos professores não usaram a forma esférica para representar os astros. Apenas dois professores, ao representarem a Lua, escolheram, um deles, um disco, e o outro, $\frac{1}{4}$ de esfera, representando a Lua crescente ou minguante.

No caso das estrelas, a forma tradicional de cinco pontas foi a preferida por eles. Apenas uma professora, S, representou por esferas, porém pequenas e junto ao Sistema Solar.

Este foi um evento corriqueiro: estrelas no meio ou um pouco acima do Sistema Solar. Foram representadas por cerca de cinco professores (E, F, R, S e T).

Uma outra concepção, ainda *centrada*, muito comum na nossa amostra, foi o alinhamento planetário, imagem muito presente em livros didáticos em que a disposição dos planetas é caracterizada pela seqüência e, portanto, com os planetas dispostos em linha. Alguns professores até questionaram este alinhamento planetário, dizendo que não precisaria ser assim. No entanto, a representação permanecia com os astros “alinhados”. Pelo fato de questionarem, mesmo que verbalmente, esse tipo de representação, o classificamos como de natureza *descentrada*. Apresentamos, a seguir, apenas alguns exemplos em que, através da oralidade, foi possível detectar o alinhamento, porém representativos daqueles que o questionavam. Quase todos os professores representavam os astros seguindo uma espécie de linha que os ordenava. Apenas a professora T representou os astros com a Terra embaixo e os demais astros em cima, concepção esta também *centrada*, porém de natureza diferenciada.

A: “*Estariam alinhados Marte, Terra e Sol e a Lua ao lado da Terra*”.
(...) - “*na verdade a gente sempre pensa em linha reta, mas não tá em linha reta né, tudo na mesma direção*”

E: Indago sobre o local dos demais planetas. Afirma: “*se aqui está a Terra e se estão tudo na forma elíptica conforme a gente aprende, está tudo prá lá* [aponta para a mesma direção da Terra e distantes do Sol]”.

F: Pergunto sobre o Sol e afirma: “*estaria próximo a Terra*”. Olha para a sua representação em linha (Terra, Lua e Marte alinhados) e coloca o Sol na ponta mais próxima à Terra. Pega uma pequena esfera, do tamanho da Lua, e a coloca na ponta mais distante possível... Pergunto sobre os demais planetas e comenta a ordem e seqüência deles apontando para a linha dos já representados. Pergunto se estariam em linha reta e afirma que é a idéia que tem, mas que não sabe se seria assim. Comenta ainda que poderia ser que dependendo do deslocamento poderia estar em outra direção e aponta regiões distintas no plano da eclíptica.

N: Pergunto sobre a distribuição dos demais planetas. Afirma: “*poderiam estar em qualquer outro barbante*”. Pergunto se há alguma característica em comum e diz que estariam todos, com exceção a Plutão, no mesmo plano.

Havia também uma preocupação com os nomes e a seqüência dos planetas, conforme a professora E explicita no exemplo a seguir.

E: Peço para colocar pelo menos um [planeta] e diz que não, que não sabe. Parece estar mais preocupada com os nomes e a ordem no Sistema Solar. E diz, então: “*vamos colocar Marte, por que primeiro é o Mercúrio e depois é Marte. Mercúrio seria pequenininho. Marte seria vermelho e Mercúrio não sei a cor*”. Garante não saber a posição dos planetas. Pega uma esfera do tamanho do Sol e coloca-a no extremo oposto, dizia incessantemente que não sabia, referindo-se sempre a ordem e a características básicas dos planetas como cor, por exemplo. Pega uma pequena esfera para representar Mercúrio e coloca-o próximo ao Sol. Comenta sobre a distribuição dos planetas: “*deveria ser na forma elíptica e daria para fazer aqui. Cada um [planeta] ocuparia um ponto da elipse*”. Pergunto novamente, dizendo que não havia entendido e diz: “*porque tem uma seqüência, a seqüência dos nove planetas, então fazendo uma forma elíptica aqui* [com a mão faz uma única elipse], *teria que saber a seqüência direitinho dos planetas, e eu não sei. Esqueci. O primeiro é Mercúrio, depois Marte*”. Pergunto se acha que estão na forma elíptica. Responde: “*é o que a gente aprende, não é*”.

No que diz respeito às distâncias, apesar da difícil avaliação, dado o pequeno espaço da construção do modelo, ao menos características de

mais próximo ou distante foi possível mapear. Nesse aspecto, os professores da nossa amostra mostraram-se coerentes, em alguns momentos um pouco confusos, porém, em geral, sabiam que o Sol estava mais distante que a Lua ou que esta estava mais próxima da Terra que os demais planetas. Os planetas, em geral, eram decorados pela “seqüência dos nove planetas”. Apenas em relação às estrelas havia muitas dúvidas se estariam próximas ou distantes.

Alguns professores não se preocuparam muito com as relações de proporcionalidade nem de tamanho e muito menos de distância em suas representações. Porém, quando questionados sobre essas relações, alguns apresentavam coerência na oralidade, apesar da pouca preocupação na representação, enquanto outros sempre relacionavam aquilo que falavam sobre o astro com a representação do mesmo.

O tema de proporções também foi muito comentado pelos professores ao final do curso. Houve vários comentários sobre seus erros em relação às dimensões, mostrando que esse tema parece ter ganhado outro significado para eles.

A: “Quando eu lia no livro que comparando o Sol com uma bola de futebol, a Terra seria uma cabeça de alfinete, não tinha a noção exata, só percebi melhor quando fizemos os planetas e colocamos suas distâncias proporcionais”.

E: “Erros graves: coloquei estrelas bem perto da Terra, sendo que o Sol vem primeiro; - Nossa, peguei um Sol muito pequeno e [apresentei] dificuldade para falar sobre a Lua. - Estrelas perto da Terra, antes da Lua, que horror! - Acertei que Mercúrio é o mais próximo. - Acertei que tem a seqüência dos planetas, que é de forma elíptica, não falei de Vênus que vem antes da Terra. - Nossa coloquei Marte bem acima daquela eclíptica”.

G: *“Não falei sobre a proporção em relação ao tamanho e a órbita dos planetas.”*

H: *“Mudaria a posição dos planetas em relação ao Sol; - A distância entre os planetas e as estrelas fiquei em dúvida onde colocaria as estrelas, mas ainda bem que optei por estar bem distante do Sistema Solar. - As distâncias das estrelas; elas não estão entre os planetas, mas bem distantes. Posição dos planetas do Sistema Solar não tinha dimensão de distância e posição entre eles, pelos exercícios propostos práticos deu para ter uma noção da posição deles no universo”.*

M: *“dimensões planetárias. Distâncias entre planetas. - dimensão do planeta Marte é menor! - ângulo de inclinação da Terra com relação ao eixo não é de 35° e sim de 23°”.*

N: *“Tamanho dos astros. Relação de proporcionalidade de Sol x Vênus/Terra. Planos de translação. Relação Terra x demais planetas”.*

S: *“Coloquei estrelas no Sistema Solar e não está correto; errei a proporção de tamanho do Sol e Terra, assim como a distância. -O tamanho da Terra que peguei foi enorme, eu mudaria o tamanho. - Em relação ao tamanho da minha Terra, eu aumentaria um pouco o tamanho de Marte que escolhi. - Pela imagem, parece que meu Sol ficou do mesmo tamanho, ou quase do mesmo tamanho que a Terra. Eu mudei o tamanho do Sol, mas deveria ter aumentado muito mais. - não colocaria as estrelas no Sistema Solar. - melhoraria as proporções de distância entre o Sol e os planetas”.*

T: *“Quanto aos conceitos, com certeza falaria sem dúvidas em relação a... ‘distribuição’ – distanciamento dos planetas e dimensão”.*

R: *“Todas as atividades trabalhadas tiveram grande valor para que o meu trabalho possa ser aprimorado, mas aquele em que mais chamou-me a atenção foi o fato de confeccionarmos a dimensão de cada planeta em relação ao Sol e suas respectivas distâncias. Teoricamente, sabia que as distâncias entre os planetas e entre os planetas e o Sol eram imensas, mas não nos moldes do nosso experimento. Com relação ao tamanho, então, nem se fala!”.*

Apresentamos, na Tabela 18, um resumo dos nossos resultados relativos especificamente às proporções. Os dados descritos na mesma

coluna em que estão os “nomes” dos professores, conforme já indicamos, referem-se aos não classificados como *centrado*, nem *descentrado*.

Tabela 18- Síntese dos resultados relativos às proporções

Proporções	Centrado ou não coordenação de perspectivas	Descentrado ou coordenação de perspectivas
Professor A	Terra maior que demais planetas com Sol maior que a Terra	Alinhamento: questionável Coerência entre os tamanhos relativos <i>“Quando eu lia no livro que comparando o Sol com uma bola de futebol, a Terra seria uma cabeça de alfinete, não tinha a noção exata, só percebi melhor quando fizemos os planetas e colocamos suas distâncias proporcionais.”</i>
Professor E	Alinhamento <i>“porque tem uma seqüência dos nove planetas”</i> <i>“o primeiro é Mercúrio e depois Marte”</i> Na representação, a Terra é maior que todos os demais astros Representação de estrelas no meio do SS	<i>“Nossa, peguei um Sol muito pequeno”</i> <i>“Nossa, coloquei Marte bem acima daquela eclíptica”</i> <i>“O Sol é maior que a Lua... é pela distância que parece que ele é pequeno, porque senão como ele conseguiria iluminar tudo”</i> <i>“Erros graves: coloquei estrelas bem perto da Terra, sendo que o Sol vem primeiro”</i> <i>“Estrelas perto da Terra, antes da Lua, que horror”</i>
Professor F <i>“No dia da entrevista, apresentei várias dúvidas sobre o movimento da Terra em referência a Lua e o Sol.”</i>	Na representação, a Terra é maior que todos os demais astros Estrelas no meio do Sistema Solar	Representa alinhamento, mas questiona
Professor G <i>“Não falei sobre a proporção em relação ao tamanho e a órbita dos planetas.”</i>	Alinhamento	Coerência entre os tamanhos relativos com exceção da Terra <i>“Vemos a Terra da Lua, afinal, a Lua é tão pequena e a vemos”</i>
Professor H	Marte: semi-esfera verde Alinhamento Terra maior que demais planetas com Sol maior que a Terra	<i>“Mudaria a posição dos planetas em relação ao Sol. A distância entre os planetas e as estrelas fiquei em dúvida onde colocaria as estrelas, mas ainda bem que optei por estar bem distante do Sistema Solar”</i> <i>“Posição dos planetas do Sistema Solar não tinha dimensão de distância e posição entre eles, pelos exercícios propostos práticos deu para ter uma noção da posição deles no universo”</i> <i>“acredito que as estrelas seriam quentes... pela distância parecem frias... é dada maior importância ao Sol devido a proximidade dele de nós”</i> <i>“As distâncias das estrelas; elas não estão entre os planetas, mas bem distantes.”</i>

Professor M	Alinhamento Marte do mesmo tamanho do Sol e Terra menor	<i>"melhoraria as dimensões planetárias e as distâncias entre os planetas"</i>
Professor N	Saturno e Vênus apresentam o mesmo tamanho da Terra	<i>"Tamanho dos astros. Relação de proporcionalidade de Sol x Vênus/Terra. Planos de translação. Relação Terra x demais planetas." "as estrelas estariam em locais que não seria possível colocar ali" Todos os planetas com exceção de Plutão estariam no mesmo plano Alinhamento, apesar de dizer: "poderiam estar em qualquer outro barbante"</i>
Professor R	Marte e Lua do mesmo tamanho <i>"as distâncias devem ser bem maiores, não sei em números"</i> Estrelas "em cima" do Sistema Solar Alinhamento	<i>"... Teoricamente, sabia que as distâncias entre os planetas e entre os planetas e o Sol eram imensas, mas não nos moldes no nosso experimento. Com relação ao tamanho, então, nem se fala!" "A atividade da simulação do movimento dos planetas ao redor do Sol fez com que eu pudesse situar-me no espaço tendo a noção desses movimentos sabendo, assim, quando e porque em alguns lugares (onde céu está limpo) e momentos podemos visualizar alguns planetas no céu e em outros, não."</i>
Professor S	Relação de tamanhos pouco definidos, maior ou menor apenas Estrelas como pequenas esferas no meio do SS Marte menor que a Terra	<i>"Foi interessante poder comparar os tamanhos entre os planetas e o Sol durante a entrevista e o confronto com as atividades executadas durante o curso, bem como, a montagem dos planetas e respectivas distâncias com relação ao Sol. Consegui perceber o quanto eu desconhecia os assuntos relacionados à Astronomia" "O posicionamento das estrelas também estava equivocado naquela representação. Agora sei que aquelas estrelas ali representadas deveriam estar numa posição bem mais distantes da Terra, acredito que ainda permaneço com algumas dúvidas"</i>
Professor T	Na representação a Terra aparece como o maior astro Terra embaixo e céu em cima	<i>"errei a proporção de tamanho do Sol e Terra, assim como a distância" "Em relação ao tamanho da minha Terra, eu aumentaria um pouco o tamanho de Marte que escolhi" "Pela imagem, parece que meu Sol ficou do mesmo tamanho, ou quase do mesmo tamanho que a Terra" "Eu mudei o tamanho do Sol, mas deveria ter aumentado muito mais" melhoraria as proporções de distância entre o Sol e os planetas" "Coloquei estrelas no Sistema Solar e não está correto"</i>

Muitos são os comentários sobre esse tema. Os professores perceberam com muita facilidade as visões pouco realistas em termos de proporção que apresentaram inicialmente na entrevista. Afirmavam, ao olhar para suas montagens, que mudariam muitas das distâncias e dos tamanhos dos planetas, da Lua e do Sol. Esse foi o tema mais citado em termos de observação dos próprios erros. Apesar de apresentarem muitas afirmações sobre proporções inadequadas, os professores ainda não eram capazes de quantificar as proporções.

6. OLHARES PARA A PROPOSTA: uma análise

Neste capítulo, fazemos um apanhado geral dos resultados através da descrição de uma avaliação feita pelos professores ao final do curso, respondendo a um questionário, e da exposição oral de cada um deles contando sobre suas impressões, também efetuada no último dia de aula.

6.1 O olhar dos professores

Realizamos, no último dia de aula, uma discussão geral sobre o curso. Cada professor expôs sua opinião sobre o mesmo. Segue, na íntegra, os comentários, as sugestões e as críticas feitas por cada integrante do curso.

A professora F iniciou a discussão tecendo comentários sobre as boas relações estabelecidas durante o desenvolvimento do curso como um fator importante, que a fez sentir mais à vontade.

“estava comentando com o professor N que o curso foi tão legal que eu já estava sentindo que está chegando ao fim. Achei muito interessante, teve muita coisa, o tempo foi bom, bem distribuído, deu para cair a ficha no nosso cérebro, então eu curti muito o nosso curso, me senti muito bem com as pessoas do curso, a gente teve uma identidade muito gostosa, ninguém querendo aparecer mais que ninguém, estou sentindo muito que esteja terminando”.

A professora E, em seguida, relatou a importância da mudança de referencial e como isto a ajudou a compreender o sentido de rotação da Terra, por exemplo.

“o importante é que a gente tem que mudar a visão de mundo mesmo, no contexto geral. Quando se fala em visão de mundo, é mundo total mesmo e o que caiu a minha ficha foi ‘ponto de referência’. Nunca contaram isso para mim, eu não tinha aprendido isso; o referencial que você está, que relação tem o ponto de referência com a visão de mundo. Então, eu achei muito importante, na minha cabeça eu não entendia, eu já li de horário e anti-horário, mas aqui que eu entendi a relação com a referência e caiu a ficha realmente, foi muito legal. Eu acho que são caminhos alternativos que a gente aprende o que podemos fazer para mudar essa visão de mundo. Só que a gente, eu pelo menos, não sabia nem começar. Quando mostravam planetas, aquilo pra mim era obscuro, porque era gelado lá e aí eu adorei quando vocês explicaram a fórmula e o porquê, eu sei que não tem gravidade, mas porque a gente flutua e aí eu achei o máximo porque a gente acrescenta, né, porque tem mais sombra e porque tem menos e aqui a gente teve uma abertura grande em relação a isto”.

A professora R falou sobre a necessidade que percebia em sua própria formação de conteúdos de Astronomia, criticando materiais didáticos que tratam desse tema e contando como pôde superar suas expectativas através do curso.

“eu nunca havia feito um curso de Astronomia antes e sempre soube da necessidade em fazer um curso nesta área, porque a gente tem conceitos espontâneos também e muitas vezes o material didático não auxilia tanto quanto devia. Então, eu vim mesmo pela necessidade, já que não sabia nada de Astronomia. E o curso superou as minhas expectativas porque vocês pegaram nos tópicos essenciais e primordiais e que a gente trabalha mesmo com os nossos alunos. Eu achei importante também porque eu fui percebendo as dúvidas que tinha mediante as atividades e os questionamentos que vocês faziam”.

A professora S relatou a sensação de aprendizado que sentiu na participação no curso e o quanto isto a deixou contente. Comentou ainda que, mesmo sendo um curso feito durante as férias, sentiu-se bem ao fazê-lo.

“Nesse curso eu saí, senti que aprendi, porque a pior coisa é quando você faz um curso e você sai com a sensação que perdeu tempo, você tem uma expectativa que vai aprender muita coisa e às vezes acrescenta

tão pouco. Então, eu gostei muito porque eu vim fazer o curso nas férias e eu aprendi. Lógico que não saí uma 'expert' e vocês podem fazer uma continuação, nas próximas férias, uma segunda etapa, que a gente vem. Eu acho que isso que é importante, né, você sair com a sensação de que você não perdeu tempo, que você aprendeu. Nenhum dia eu acordei e falei a que saco, vou ter que ir, eu já comecei. Não, eu queria vir e aprender. Eu vim para o curso mas não vim pensando em aluno, eu vim pensando em mim. Toda vez que eu faço um curso eu não penso no aluno, eu não sei talvez eu seja egoísta, eu não sei, mas eu parto do princípio que eu quero aprender. Lógico que a partir disso eu vou poder melhorar muito pra ele, mas eu nunca venho pensando nele, eu venho pensando em mim. Geralmente os professores vêm e falam que estão pensando no aluno, mas eu não sei, talvez esteja errada, mas venho pensando em mim e isso vai melhorar muito para eles. Mas foi muito bom, gostei”.

A professora T relatou suas impressões a respeito do curso, destacando desde elementos relacionados à importância de uma constante atualização e do aprendizado dos conteúdos até a facilidade em aprender que sentiu ao se posicionar como uma aluna no curso e não como uma professora.

“nós como professores sempre estamos fazendo curso, né, mas tem alguns itens que eu achei de extrema importância, você sempre está fazendo, sabe da importância, vê a responsabilidade, mas em alguns assuntos você se depara assim, primeiro a importância, no caso desse assunto, de você pesquisar. Segundo, o preparo que você deve ter em relação ao assunto. Porque muitas vezes você nos questionou desde a entrevista, no momento em que você nos pegou de surpresa, você fica ué, na verdade onde é que eu estou, é de cabeça para baixo ou não é; e as dúvidas elas foram, você fez um preparo com a gente assim, desde a base e você foi e montou uma escala e você foi crescendo naquilo conosco e conseguiu nos acompanhar. Uma outra coisa a questão da reflexão, então você precisa refletir, porque quando começamos a falar em sentido horário e anti-horário, e que isso não existe, tem que tomar muito cuidado, e você também nos colocou a importância de uma reflexão, quando você está preparando. Outra coisa que facilitou muito foi eu me colocar como aluno também, e a dimensão disso, já que estamos falando em dimensões, quando você se coloca como aluno e o que você está vendo na verdade, eu como aluno estou vendo o que é e o que eu procuro, que é a história do Joãozinho que ele queria saber e a minha postura como profissional e fechando para mim foi muito importante porque sanei a maior parte das minhas dúvidas e outras

comecei a viajar e acho que deveria ter um segundo curso para aprofundar, eu gostei muito”.

A professora H destacou em suas impressões algo muito interessante e muitas vezes esquecido: uma alegria em aprender, a alegria da descoberta, e o quanto à colaboração de todos no desenvolvimento do curso, na aprendizagem do grupo, foi importante.

“eu gostei muito do curso porque todo mundo aqui não sabia do que se tratava exatamente e foram se descobrindo aos poucos. Aí eu observava cada um, ah é isso, e era aquela alegria, né, da descoberta. Agora eu sei, né, como se fosse um aluno quando consegue aprender alguma coisa. Fiquei muito satisfeita com os colegas também porque houve uma colaboração porque se não tivesse essa colaboração o curso também não ia ficar bom. Uma outra coisa foi a raiva de ter feito aquela entrevista e depois saber que não era nada daquilo que a gente estava pensando [risos] internamente porque há a satisfação de saber e ter aprendido.”

O professor M destacou suas impressões a respeito da potencialidade de atividades simples, realizadas no curso.

“achei interessante o curso do ponto de vista de que através de elementos muito simples a gente pode reverter num conhecimento mais aprofundado. Então a aplicação desse conhecimento foi muito rica e acho que isso ajudou muito e que a gente possa estar utilizando esse conhecimento e esses recursos no nosso dia-a-dia, em nosso trabalho em sala de aula.”

O professor G expôs sua surpresa em relação ao curso devido ao alto grau de comunhão das propostas efetuadas com a realidade da escola pública.

“em relação ao curso eu gostei da visão de mundo a partir do momento em que foi gerado o curso, porque normalmente quando nós vamos num curso feito numa universidade dificilmente esse curso consegue abranger tanto, abranger a realidade de uma escola. Muitas vezes, esse curso é feito para o ensino fundamental, mas muitas vezes você chega

lá e percebe que seria para o fundamental, mas não aquele que costumamos trabalhar, né, mas gostei dessa visão de ter realmente a realidade da situação. E uma outra coisa que também achei importante foi a criatividade. O curso, apesar de ter muitos recursos à disposição, ele não usou apenas desses recursos, mas fez uso de criatividade e isso eu acho essencial e me chamou muita atenção ao curso”.

O professor N contou ainda a sua surpresa em perceber que, mesmo em conteúdos do ensino fundamental e utilizando elementos simples, era possível e esperado um certo rigor.

“a minha expectativa em relação ao curso, eu até comentei na entrevista inicialmente era assim: eu tenho prática de trabalhar com alunos do ensino médio e estava buscando informações e subsídios para trabalhar com o pessoal de ensino fundamental que tenho pouquíssima prática a respeito e me surpreendeu até, por exemplo, porque de forma simples a gente pode ter o rigor científico, revisa para alguns e corrige para muitos. Alguns erros conceituais que a gente tinha como a história do Joãozinho e que a gente vinha carregando e às vezes a nossa prática de direcionar a gente vai acostumando a falar sempre da mesma forma, sem parar para pensar e às vezes, de uma forma simples, dinâmica a gente pode apresentar os conceitos de uma maneira que se torna até lúdica. A gente foi brincando ao longo do curso e através disso a gente foi passando a conhecer”.

A professora A confessou que o potencial de utilização das atividades propostas no curso foi um ponto crucial para a sua satisfação.

“Eu gostei muito, eu achei que o que a gente aprendeu dá para passar para o aluno e foi isso que eu achei mais importante, porque às vezes a gente vai num curso e é só pra gente e aí a gente fica pensando como é que vou passar isso pro aluno, será que o aluno vai entender ou então aquilo que passam pra gente é inviável, porque no Estado a gente não tem material, não tem dinheiro e tudo que a gente vai usar com os alunos sai da mão da gente mesmo e aqui não, foi bom porque a gente vai usar com o aluno mesmo, tudo que a gente fez aqui dá pra fazer com o aluno. O material utilizado é muito simples e isso foi muito bom. A turma foi muito boa, ficou bom de participar do curso. Quando a gente chega em casa vem a cansaça, mas no momento que a gente está aqui nem sente passar e fica até uma hora da tarde, porque às vezes tem curso que a gente fica esperando chegar a hora de acabar e parece que não chega nunca e aqui em momento algum eu senti isso. Você

também estava muito bem preparada, a maneira de você encaminhar o curso, foi muito bom mesmo”.

A professora E finalizou, comentando sobre os elementos que contribuíram para sua aprendizagem.

“quando a Cristina usava o modelo de isopor às vezes eu não enxergava, não sei se nós, às vezes, movíamos errado. Aí, quando você fez a gente ficar rodando, aí que caiu a ficha, e hoje de manhã também, quando na mudança, aí que caiu a ficha realmente de como usar o isopor, porque o movimento teve maior significado pra mim, tem gente que consegue captar logo, mas eu demorei em translação e rotação”.

Pedimos aos professores que expusessem os assuntos que eles consideravam que ainda não tinham segurança para trabalhar em sala de aula. Eles fizeram um longo silêncio. Perguntamos se eles se sentiam mais seguros para trabalhar esse conteúdo e todos afirmaram que certamente estariam mais seguros.

Questionamos, ainda, sobre o que eles gostariam que tivesse num próximo curso, ou seja, pedimos para que dessem sugestões para um outro curso. A professora H afirmou que gostaria de conhecer mais as características de cada planeta porque ela própria tem curiosidade e muitas vezes os alunos perguntam também. A professora S comentou que gostaria de saber localizar melhor os planetas e as constelações no céu. A professora R disse que talvez fosse muito abstrato, mas gostaria de saber mais sobre as deformações que os planetas causam no espaço. O professor M mostrou interesse pela história, pela busca do homem em conhecer o Universo e que, com os avanços tecnológicos, seria algo muito interessante para aprofundar. A professora T gostaria de saber mais sobre a Terra e suas

camadas. A professora H complementou, dizendo que gostaria de compreender os elementos da matéria orgânica e sua relação com a nossa composição.

Os professores, ao final do curso, além de uma discussão, no qual puderam expor suas opiniões em relação ao curso, também responderam a um questionário, de tal maneira a também avaliar o curso, na forma escrita. Esse questionário está, na íntegra, presente no ANEXO M (p. 274).

Em uma primeira questão, relacionada aos conteúdos desenvolvidos, pedimos para que os professores avaliassem, relatassem e explicassem aquele conteúdo que considerou mais interessante, menos interessante e mais impressionante.

As respostas ao item *a* desta questão foram divididas. Não houve um consenso sobre “a atividade mais interessante”. Houve apenas duas respostas repetidas. Em uma delas, duas professoras indicaram o conteúdo de fases da Lua como o mais interessante e noutra, outros dois professores indicaram as estações do ano. As respostas dos outros seis professores estavam divididas entre: elementos para explicação da forma dos astros, sentido da rotação da Terra, escalas através de modelos e simulações, a compreensão do todo e da parte na mudança de referencial e os eclipses. Houve até mesmo uma professora que afirmou considerar tudo interessante, pois seu conhecimento era muito pequeno.

Em relação ao item *b*, boa parte dos professores não encontrou conteúdos menos interessantes, confessando que pouco sabia e que, portanto, os conteúdos estavam em sintonia com suas dúvidas. Apenas dois

professores indicaram elementos desinteressantes. Um deles disse não ter gostado do debate sobre a forma da Terra, afirmando sua dificuldade em: *”argumentar tal conceito [Terra plana], onde outro modelo é inquestionável”*. Uma outra professora confessou que achou as retomadas dos conteúdos um pouco longas, porém comentou que valeram a pena.

No item c, cerca de metade dos professores considerou como conteúdo do curso mais impressionante aquele relativo à construção e experimentação dos planetas e do Sol, em escala. Alguns destes explicaram que, através desta atividade, puderam perceber o quanto somos pequenos e estamos distantes de outros planetas. Interessante observar o comentário de uma das professoras.

R: “Dentre os experimentos, o que mais me impressionou foi o fato de construirmos uma escala para os componentes do Sistema Solar e a montagem desses planetas com bolas de isopor e/ou massa de modelar, pois antes de ver o resultado, não tinha idéia de cada um em relação ao Sol. Isto me fez pensar em nosso papel no mundo como seres humanos num local que, perante o Universo, significa algo quase insignificante”.

A atividade “Construção do Sistema Solar em escala”, com o objetivo restrito às dimensões do Sistema Solar, pôde, através de sua execução, permitir vôos mais altos e extrapolações para além do seu objetivo primeiro.

Outras atividades também foram consideradas impressionantes, não com tanta incidência, porém também marcantes para aqueles que as citaram. Entre elas, encontramos conteúdos relacionados às mudanças de referencial e o quanto essas mudanças modificavam o objeto, na sua forma aparente, com dependência do ponto de vista. Uma citação interessante também foi a da professora H, que responde a este item c dessa forma:

H: *“Impressionante saber que os livros didáticos dão conceitos errados que nós acabamos incorporando. Temos que comparar o que se lê e o que se sabe com conhecimentos mais precisos”.*

Importante perceber que o curso como um todo pôde permitir que essa professora pudesse começar a duvidar dos conteúdos e conceitos abordados nos livros didáticos.

Um professor confessou que o que mais o impressionou foi a possibilidade de aplicação das atividades e dos conteúdos no ensino fundamental, algo que ele próprio, no início do curso, expusera como um elemento importante que buscara no curso.

Numa segunda questão da avaliação do curso indagamos se, durante o seu desenvolvimento, em algum momento o professor havia passado por situações do tipo: a) “Uau! Agora estou entendendo a coisa! Caiu a ficha!”; e/ou b) “Puxa vida! Não conseguia ver essa coisa desse jeito! Agora, até consigo imaginar no espaço”. E, em caso afirmativo, pedimos para que descrevessem as situações de tal forma a, também, avaliarmos que tipo de atividade ou conteúdo poderia fornecer esses elementos.

A natureza das respostas ou a descrição das situações feitas tanto na alternativa *a*, como na *b*, foi bastante similar. Dessa forma, apresentaremos os tipos de respostas conjuntamente. A natureza dessas respostas vai desde a descrição de conteúdos específicos, como fases da Lua ou estações do ano, até elementos característicos de mudança de referencial, como o sentido de rotação do planeta Terra ou ainda a relação entre o visível e o modelo, muito comentado pelos professores nesta questão.

Um exemplo de resposta a essa segunda questão refere-se à inclinação da Terra. Para alguns, a relevância estava na constatação da importância desta inclinação para o fenômeno das estações e para outros foi fundamental a compreensão de que este mesmo eixo de inclinação permanece fixo na explicação das estações. Houve, ainda, um professor que sentiu cair a ficha na discussão e argumentação sobre a forma do nosso planeta.

Uma terceira questão abordava o problema da aprendizagem de Astronomia relacionado à dificuldade de visualizar objetos e movimentos no espaço. Perguntamos se as atividades realizadas no curso contribuíram para o desenvolvimento da capacidade de melhor imaginar objetos e seus movimentos no espaço. Pedimos para explicitarem, na avaliação deles, quais seriam as atividades mais importantes e o que poderia ter auxiliado nesse desenvolvimento. Quatro professores consideraram a atividade de simulação do movimento dos planetas, composta da visualização a partir da Terra e de fora da mesma, do modelo, como a que mais contribuiu para o desenvolvimento da capacidade de melhor observar os objetos no espaço. Os demais professores se dividiram entre a importância do uso de materiais simples, como bolas de isopor (comentada por três professores), de atividades com exigência de mudança de referencial (fases da Lua, estações do ano) e, ainda, da confecção e experimentação dos planetas em escala. Uma professora comentou que, para ela, todas as atividades foram importantes:

R: *“Todas as atividades contribuíram para que eu pudesse, não só observar os resultados, mas também interagir com os experimentos. Não existe aquela atividade sem importância, pois todas elas foram bem selecionadas para que, de maneira indireta, respondessem as minhas perguntas”.*

Na tentativa de verificar se os professores, após realizarem o curso, seriam capazes de relacionar o conjunto do curso com suas atividades a questões de natureza mais conceitual envolvidas no ver e na construção do espaço, mesmo que elementos dessa natureza especificamente não tenham sido tratados durante o curso, pedimos que eles relacionassem ao curso as seguintes frases: a) “Ver é uma questão cultural. As pessoas aprendem a enxergar”, b) “É preciso ensinar o aluno a ver a Terra, a Lua, o Sol e as estrelas” e c) “Ver, muitas vezes é compor o todo compreendendo as partes”.

Surgiram poucas respostas a estas questões, com elementos de extrapolação. A maioria foi na direção da confirmação ou concordância com as frases. Houve ainda respostas sobre a importância relativa às mudanças de referencial na aprendizagem do ver e na relação entre as partes e o todo.

A professora E, por exemplo, parece sair da frase para os elementos concretos daquilo que vivenciou durante o curso.

E: a – “Precisamos quebrar paradigmas, nem sempre o que lemos é completo”. b – “Precisamos esquecer em pouco o livro didático, observar mais; experiências simples; conscientizá-los sobre a importância da preservação do nosso planeta”. c – “Quando observamos, precisamos relacionar o que aquilo interfere no nosso cotidiano diário; Sol, Lua. Não adianta lermos um livro inteiro sobre estações do ano se não entendemos o porquê dessas temperaturas no nosso país”.

Os professores F e G explicitaram elementos relacionados ao ver e à influência cultural nesse ver, além da idéia de observação cuidadosa das partes na composição do todo.

F: a – “Nem sempre o que vemos é realmente daquela forma e jeito. Por isso, quando olhamos algo, devemos observar e comparar de várias formas, para não ter idéia errada”. b – “Sim, pois dessa forma entendemos melhor nossa existência e as funções que cada um exerce no Sistema Solar. Principalmente, Sol, Lua e Terra”. c – “Quando vemos o lado de algo, costumamos imaginar como é o outro, sem ao menos ver o todo. Por isso, devemos olhar cada parte, para compreendermos o todo”.

G: a – “As pessoas aprendem a enxergar, desde que elas queiram mudar sua maneira de observar ‘paradigma’”. b – “Eles talvez saibam ver, mas seria necessário refletir sobre o que está observando, buscando uma reflexão”. c – “É como ler todo o livro ou o máximo de capítulos possíveis antes de emitir definições ou explicações”.

A professora H ressaltou, nas respostas a essas questões, a importância da vivência na aprendizagem.

O professor N estabeleceu algumas relações importantes ao responder esta questão:

N: a – “Ver implica na reelaboração do que se enxerga e isto se consegue através do conhecimento das interações sócio-culturais, da educação, etc.”. b – “Deve-se ensinar o aluno a compreender os astros, analisá-los e não, simplesmente, enxergá-los”. 4c – “Se entendermos o ver como conhecimento, compreensão, muitas vezes, é necessário fragmentar o todo, compreender as partes e, então, recompô-lo através do conhecimento dos fragmentos. É a relação Micro x Macro. Que também é dialética. Podemos buscar o todo pela compreensão dos fragmentos, mas, também, a partir deste a totalidade”.

A professora R também ressaltou elementos característicos do ver, relacionados ao observador e a seu referencial:

R: a – “Cada um observa o mundo de acordo com sua história de vida. É importante que as pessoas possam enxergar através de ângulos diferentes, de referências que não sejam exatamente o que costuma observar. É preciso olhar profundamente”. b – “É importante que cada um se coloque em situações diferentes, experimentado-as e percebendo de fato o que é diferente e que em tudo existe interação”.

Por último, fornecemos um espaço aberto, para que os professores fizessem comentários gerais sobre o curso e ficassem à vontade para a composição do texto.

Os professores, nesse espaço, teceram elogios ao curso e pareceram ter ficado felizes com o cuidado e a preocupação que tivemos em todos os momentos com a compreensão deles. Mostraram também um grande apreço pela forma como foram avaliados: o diagnóstico, na entrevista, o cuidado durante as aulas e, no final, eles identificando os próprios erros iniciais.

Interessante notar que alguns professores consideraram surpreendente o fato das nossas atividades estarem de acordo com a realidade das escolas públicas do país. Uma professora comentou:

A: “Muito importante também porque vocês conhecem (parece) a realidade do ‘Estado’ e o que se espera do professor, e a dificuldade em saber acompanhar os Parâmetros Nacionais e acreditar que mesmo mexendo com alguns professores as mudanças serão significativas”.

Uma outra professora relatou como foi a sua escolha para fazer o curso e aquilo que mais a agradou:

H: “Quando cheguei aqui pensei que seria mais um curso chato, já que não tinha nada a fazer nas férias, mas fiquei pensando no porquê da entrevista e aí, surgiu a minha curiosidade sobre o curso. O que mais gostei foram as práticas, pois o que se aprende é o que se vê e vive e aí, me deu uma noção de que preciso ser menos teórica com meus alunos e fazer mais prática para que eles realmente aprendam. Os ensinamentos

não foram jogados, mas sim, levou-nos a refletir e saber onde estávamos errados e certos e daí formar os conhecimentos. Ajudou a observar o universo, pois nós queremos aprender sem observar”.

A professora R relatou as suas impressões gerais sobre o curso e chamou-nos a atenção para “os desconfortos” descritos por ela relacionados à constatação de conhecimentos primeiros a cerca do Universo com pouco embasamento científico.

R: “Este curso superou minhas expectativas, pois não sabia o quanto de conceitos errados eu possuía e que, muitas vezes, deixei passar aos alunos. Para mim isso foi muito difícil pelo fato de que muitas vezes não ‘aceito’ o erro, mas tive que admitir: não sabia nada sobre Astronomia. Durante todas as passagens, pude ver que os tópicos foram escolhidos com minuciosidade, pois as discussões foram de encontro às minhas concepções provocando-me grande desconforto e obrigando-me a pensar mais profundamente sobre o que nos cerca. É claro que tenho consciência da necessidade de estar sempre em aprimoramento, pois as idéias sofrem processo de construção e reconstrução do pensamento”.

A Astronomia normalmente é vista pelos professores de Ciências como um conteúdo complicado, tornando-se difícil o seu ensino em sala de aula. A professora T expôs em sua última questão, algo que nos deixou bastante felizes, principalmente por começar a ver na Astronomia um conteúdo possível.

T: “O curso foi excelente desde o aspecto da metodologia caminhando para os conceitos – sua visualização. Os conceitos e o sistema de levantamento de dúvidas foi magnífico. As possibilidades de recursos e reflexão quanto ao material abordado foi enriquecedor conseguindo sanar as dúvidas e confusões latentes demonstrando que a Astronomia é possível de se entender e explicar com clareza para os alunos”.

Muitos comentaram que desejariam fazer muito mais cursos e, quem sabe, uma parte II deste, de tal forma a ampliar e aprofundar nos conceitos da Astronomia.

Pelo que pudemos perceber, os professores descreveram não apenas que gostaram do curso, mas também quais eram os elementos mais marcantes para eles, expondo, ainda, seus respectivos crescimentos pessoais. Foi bastante diversificada a natureza dos comentários, no qual cada um deles teve a liberdade de expor o seu ponto de vista no que diz respeito ao curso como um todo e às atividades propostas.

6.2 O nosso olhar

Apresentamos agora o nosso olhar, nossa visão do curso mediante uma avaliação de cada uma das atividades, de modo a contemplar elementos que surgiram tanto durante as aulas, como também nos pré e pós-testes. Retomamos, ainda, nessa avaliação do curso, os elementos relacionados aos objetivos de cada uma das atividades.

Na primeira atividade do curso, a entrevista, percebemos que um dos elementos que a torna importante diz respeito ao fato dela exigir um olhar ou re-olhar do entrevistado, no caso, o professor, para o espaço e para a organização do mesmo com os objetos da Astronomia. Muitos professores nunca haviam realizado uma experiência desse tipo, nem mesmo em imaginação. Daí a surpresa deles ao se depararem com uma série de dúvidas que nem mesmo sabiam que tinham. Alguns professores expressaram que esta atividade pareceu tê-los colocado mais próximo à situação real que, apesar de difícil, era importante e desestruturante.

Acreditamos na potencialidade dessa atividade, pois ao mesmo tempo em que ela fornece elementos de pré-concepção em Astronomia,

insere questões de natureza espacial, numa mudança de referencial, em que o professor, algumas vezes, apresenta-se bastante intrigado com as situações propostas, indicando-nos que realmente tocamos numa situação problema para ele. Afinal, seria preciso adaptar o conhecimento obtido através de definições, esquemas, tabelas e desenhos dos livros didáticos para uma situação espacial, o qual as formas, os tamanhos, as distâncias e as características básicas de cada astro são fundamentais. Os questionamentos efetuados e a própria natureza da atividade possibilitam buscar informações “de raiz”, ou seja, compreender qual é realmente o conhecimento referente àquele tema. Assim, a associação entre o que ele pensa, o que ele vê e o que aprendeu é inevitável para a execução desta atividade.

No entanto, é necessário muito cuidado na proposição desta atividade, principalmente se feita com professores. Aqueles que compareceram ao curso comentaram que se sentiram inibidos, principalmente por perceberem seus desconhecimentos em relação à temas que ensinam a muitos anos. O constrangimento é inevitável, porém, pode ao menos ser amenizado. Acreditamos que o fato de estarmos filmando a execução da atividade tenha aumentado a inibição. No entanto, estávamos sozinhos e a comunhão deles sobre suas formas de pensar os temas propostos parece ter criado um elo, uma relação de confiança, em que eles não precisavam mais esconder seus desconhecimentos. Quando se estabeleceu uma confiança no grupo como um todo, os professores se sentiam extremamente à vontade para perguntar, questionar, duvidar,

pensar e re-pensar. Em nenhum momento durante a execução do curso nos referimos aos dados individuais da entrevista, mas apenas a elementos comuns entre eles, que de certa forma os uniam, aumentando a intimidade entre eles. Daí a sensação de bem estar em relação ao grupo como um todo exposta por alguns ao final do curso. Afinal, nesse curso os professores puderam, de certa forma, encontrar uma tribo, um grupo com características comuns e muito respeito e zelo pelo que é diferente, além de um espaço em que as dúvidas eram bem vindas. Também percebemos uma sede por aprender sempre presente e forte nesse grupo de professores durante todo o tempo, mesmo em assuntos mais complexos.

Não podemos deixar de dizer que, por outro lado, também encontramos dificuldades em construir ou escolher atividades que desenvolvessem a espacialidade. Em relação à Terra, por exemplo, a princípio nos pareceu estranha essa dificuldade, afinal habitamos esse planeta, o tocamos diariamente e, ao mesmo tempo, nos parece tão distante percebê-lo em sua forma tridimensional. Talvez o que pudesse ser um facilitador, a proximidade, fosse também um empecilho. Vivenciar um objeto de tão perto, sendo ele tão grande é, de certa maneira, vê-lo em parte e imaginá-lo no todo.

A escolha pela realização de um debate surgiu para abarcar as concepções de Terra plana e esférica e, ao mesmo tempo, discuti-las. Em nosso caso, apesar de um certo ar de certeza por parte dos professores sobre a forma esférica do planeta, surgiram muitos elementos para

contestação de ambas as concepções de Terra, refletindo uma série de dúvidas sobre a forma da mesma.

Uma atividade sobre a Terra que percebemos resultados interessantes foi a da representação tridimensional da vertical em um modelo de Terra. Inicialmente, nas entrevistas (pré-teste) percebemos as dificuldades dos professores nessa representação e, ao final, no re-olhar para essas entrevistas (pós-teste), verificamos a facilidade dos mesmos em identificar esses erros. Encontramos como fator fundamental para a construção das noções espaciais, descrito nas pesquisas do Piaget, a coordenação de diferentes perspectivas. Neste sentido, compreender o modo como as árvores ou as pessoas ficam numa bola de isopor é, ao nosso ver, compreender a parte no todo e, dessa maneira, descentrar o ponto de vista único.

Nessa mesma atividade, na discussão efetuada a partir da explanação de cada um dos professores sobre a sua representação, pudemos perceber que alguns, apesar de terem fixado a árvore no modelo de Terra, direcionavam as copas das árvores para cima, nos mostrando o quão forte são as sensações vividas em nosso dia-a-dia: as noções de “para cima” e “para baixo” são muito presentes no nosso cotidiano e, de certa forma, marcaram presença nas representações dos professores, dificultando em alguns momentos o ‘sair’ da Terra e o ‘estar’ no modelo, não sendo possível coordenar perspectivas. Porém, quando essa dificuldade veio à tona, trouxe bastante crescimento em termos argumentativos da vertical relativa e seu sentido para o centro da esfera, resultando num aprendizado

mais significativo neste tema, descentrando o ponto de vista único, abrindo possibilidades para uma coordenação de perspectivas, fundamental na aprendizagem.

Percebemos que nesse grupo de professores era bastante forte a necessidade de respostas únicas e diretas, bem características da centração ou não coordenação de perspectivas. É natural, quando se vê sob um único ponto de vista, uma dificuldade não apenas em articular diferentes perspectivas, como até mesmo em perceber a existência de um outro referencial (PIAGET & INHELDER, 1993). Na discussão sobre o sentido de rotação do nosso planeta percebemos que os professores nos perguntavam incessantemente: *“mas, afinal, qual é o sentido de rotação da Terra? É horário ou anti-horário?”*. Apesar de nossa resposta ser dada em função da dependência com o referencial, vez ou outra eles continuavam a perguntar o mesmo, não assimilando algo que para eles parecia dúbio e difícil de compreender. Quando pegamos o globo e o viramos de ponta cabeça, percebemos alguns professores virando também a cabeça na tentativa de perceber a diferença relativa ao ponto de vista. Nesse momento, parecia que eles tinham conseguido observar a mudança do sentido da rotação em dependência com o referencial. Esta percepção, a nosso ver, faz parte de uma dimensão de mudança de referencial fundamental no tema da Astronomia.

Importante perceber que, ao final do curso, vários professores eram capazes de explicar a variação do sentido em relação a um referencial, mostrando que, neste tema, houve um aprendizado. Alguns conseguiram até

mesmo extrapolar, fazendo alusão ao “em cima” e ao “embaixo” como convenções, percebendo a indicação do movimento da Terra como sendo de oeste para leste, mais universal.

Em todas as pesquisas que temos realizado em Astronomia, a Lua e, principalmente, as suas fases têm gerado uma série de confusões. Nesse caso, não foi diferente. Encontramos desde idéias mais infantis, caracterizadas por animismo, em que a Lua nova, por exemplo, se esconde, até a idéia de fases como sombra da Terra na Lua. Em alguns casos de explicações corretas havia muita insegurança.

A Lua, nosso satélite natural, é ao mesmo tempo tão presente no nosso dia-a-dia, e tão incompreendida enquanto astro celeste. Modifica seu aspecto a todo o momento. Algumas vezes visível e noutras, não. Algumas partes visíveis e outras, não. É esse ar de mistério que, ao mesmo tempo, encanta e amedronta, que domina o universo do conhecimento dos professores em relação à Lua.

Em sendo assim, é necessário um trabalho profundo em relação a esse astro, que se inicia com a sua forma e, em seguida, seu movimento, numa constante mudança de referencial, ora na Terra, ora fora da mesma, em que a habilidade de coordenação de perspectivas se faz muito presente. Os próprios professores comentaram a respeito da dificuldade das fases da Lua. Eles saíram esgotados do primeiro dia de aula sobre esse tema.

No tema “fases da Lua”, encontramos uma certa insegurança nas explicações dos professores, mesmo após o curso. No entanto, ao final do curso, na avaliação, percebemos que alguns conceitos sobre a Lua foram

conquistados como, por exemplo, a sua visualização no céu e a relação com os horários de aparecimento. Houve muitos comentários sobre a relação entre estes dois elementos, uma característica importante, na visualização tanto da Lua no céu, como da mesma inserida no modelo “Sol, Terra e Lua”, característica esta que consideramos um grande passo na direção da descentração do ponto de vista único. Talvez a insegurança venha devido à pouca familiaridade deles com este constante movimento de mudança de perspectivas. Trata-se de um exercício.

No caso dos movimentos da Lua, também verificamos uma necessidade de mudança de referencial. Dar significado à relação entre o movimento lunar e ao fato desse nosso satélite natural nos mostrar sempre a mesma “face” é perceber o sincronismo do movimento de rotação da Lua e de translação desse astro em torno da Terra. Muitos não conseguiam perceber o movimento de rotação da Lua.

Apesar de ser relativamente comum a frase: “*a Lua mostra sempre a mesma face para a Terra*”, é também corriqueiro que as pessoas, ao serem convidadas a simular o movimento da Lua em torno da Terra, façam um movimento giratório mostrando todo o seu corpo para a Terra, demonstrando uma incoerência. Ao serem questionadas sobre isso, elas passam a realizar o movimento corretamente, porém dizem que, então, a Lua não teria rotação, uma vez que não percebiam que realizavam este movimento em sincronismo com a translação e que é exatamente por possuir o movimento de rotação que não observávamos uma de suas partes.

A perspectiva que os professores tinham sobre o movimento de rotação era a de um movimento rápido, um giro completo, sem deslocamento, em que fosse possível percebê-lo facilmente. Este sincronismo, apesar de trazer algumas confusões para o pensar na rotação especificamente, nos trouxe um grande enriquecimento para uma ampliação da noção de rotação e mesmo para a translação, pois percebemos que, para esses professores, transladar significava necessariamente um movimento em torno de algo.

Foi muito interessante perceber que o tema “estações do ano” foi bastante comentado pelos professores ao final do curso, no re-olhar para a construção do modelo. Os comentários efetuados pelos professores, após o curso, indicam uma associação das estações com a inclinação do eixo, sem necessidade de movimentar esse eixo para explicar as estações. Além disso, as quatro estações anuais parecem ter ganhado uma outra dimensão, para além das características climáticas, por exemplo, sendo possível perceber as relações entre Terra e Sol no movimento do nosso planeta em torno do Sol. Trata-se, portanto, de um outro modo de olhar para a incidência solar em nosso planeta, uma outra perspectiva.

A maioria dos professores possuía pouco conhecimento relativo a tamanhos e distâncias no Sistema Solar, inserindo estrelas em seu interior e representando o Sol com esferas menores que a Terra. O mesmo ocorria também no extremo oposto, em que o Sol ocupava um ponto central e era considerado a maior estrela da via-láctea.

Ao realizar a construção do Sistema Solar em escala de tamanho e distância, simultaneamente, pudemos ouvir uma série de comentários nos quais foi possível perceber a construção de uma outra relação com o espaço. A indignação dos professores tanto em relação aos tamanhos quanto às distâncias dos planetas nos mostrou que esses professores pareciam se deparar com uma realidade nunca antes imaginada. Neste momento, os professores pareciam confrontar o que pensavam como o modelo ali construído e as discrepâncias eram tantas que esse conhecimento ganhou uma dimensão surpreendente, principalmente no caso da Terra, já que talvez não seja nada agradável perceber o quão pequeno é o nosso “*grande planeta Terra*” e o quão insignificantes nos tornamos diante do Universo.

O fato de os próprios professores realizarem os cálculos de proporção, sendo fornecida apenas uma tabela com o valor real dos planetas e do Sol e, também, um valor fixo para o diâmetro do Sol, tornou a atividade mais interessante. Apesar de surpresos, eles pareciam acreditar mais nos valores encontrados para a proporção. Eles afirmavam nunca ter imaginado algo semelhante em termos de dimensão do Sistema Solar e apresentaram uma preocupação imediata com o que falaram nas entrevistas. A professor A fez um comentário sobre isso na avaliação do curso: “*Quando eu lia no livro que, comparando o Sol com uma bola de futebol, a Terra seria uma cabeça de alfinete, não tinha a noção exata, só percebi melhor quando fizemos os planetas e colocamos suas distâncias proporcionais*”.

Acreditamos que este tipo de atividade contribua para a criação de elementos para a formação de uma imagem que os nossos professores nunca haviam formado antes: um exercício de imaginar o Sistema Solar observado de fora e, até mesmo, de dentro. Nesta atividade, foi possível montar uma miniatura, uma maquete e observá-la externamente. Parecia que, ao realizar essa experiência, o conhecimento espacial das distâncias e dos tamanhos dos astros eram realmente incorporados, fazendo parte deles e não mais uma tabela com valores sem significado. No momento em que caminhávamos pelo modelo de Sistema Solar, percebemos que muitas outras relações começavam a serem feitas pelos professores como, por exemplo, a distribuição da luz solar em dependência com a distância do planeta ao Sol e a dificuldade dos cientistas em conhecer e estudar planetas que estão muito distantes. Esses elementos extrapolaram o nosso objetivo em relação a esta atividade que era apenas o de dar uma noção mais real das relações de tamanho e distâncias no Sistema Solar.

Essa foi uma das atividades mais comentadas pelos professores, ao final do curso, na avaliação. Acreditamos que isto tenha ocorrido devido ao espanto que ela, sem dúvida, produziu. cremos que esse efeito, juntamente à grande diferença com o modelo construído por eles durante a entrevista, sejam responsáveis pela grande identificação dos professores de seus erros iniciais.

Na atividade de representação dos movimentos dos planetas do Sistema Solar, foi possível, por exemplo, perceber a observação dos planetas no céu e suas relações com o movimento anual de cada planeta,

assim como o motivo pelo qual os planetas interiores estão sempre próximos ao Sol, e ainda, o fato dos planetas exteriores possuírem uma movimentação mais lenta no céu. Consideramos o aprendizado sobre a localização, não apenas da Terra no sistema, bem como a sua própria localização (na Terra e no Sistema Solar), como uma inter-relação da parte e do todo. Nessas percepções estão implícitas coordenações de perspectivas, em que se faz necessário a visualização ao mesmo tempo externa e interna. No último dia de aula, percebemos uma maior facilidade dos professores em desempenhar essa tarefa de descentração do ponto de vista.

Os professores elogiaram muito essa atividade, elegendo-a como uma das principais atividades que os ajudaram a melhor desenvolver a noção de espaço.

Na atividade final, de auto-avaliação, feita pelos professores, apesar de, na maioria das vezes, não haver um aprofundamento por parte dos mesmos na construção do texto sobre sua nova forma de pensar, apresentando em alguns momentos apenas de maneira direta o que consideravam equivocados em suas entrevistas (pré-teste), pudemos perceber que eles conseguiam identificar com bastante facilidade e clareza as mudanças que fariam se fossem entrevistados novamente.

Alguns professores puderam aproveitar o espaço deste re-olhar, desta auto-avaliação, para constatar não apenas suas dificuldades iniciais, mas também o crescimento obtido durante o curso.

Acreditamos que essa atividade, mais do que uma auto-avaliação, foi um momento de reorganização do espaço e dos objetos astronômicos nele

contidos, permitindo ao professor um pensar de novo, um reestruturar os conceitos, as idéias e uma organização dos temas estudados.

Em geral, os professores afirmaram em seus textos que o curso apresentou “muita novidade”, relatando uma percepção individual de crescimento, além de reconhecerem a necessidade da busca por informações em locais seguros e não apenas em conceitos espontâneos próprios.

De acordo com os comentários na discussão final, pudemos perceber que o curso proporcionou alguns saltos conceituais, além de reflexões, principalmente, sobre os conceitos superficiais que eles nem mesmo percebiam ter.

De um modo geral, percebemos que o trabalho efetuado nas atividades, com os objetos dispostos no espaço, pôde ajudar os professores na ampliação das noções espaciais na Astronomia, fornecendo uma noção mais real das relações espaciais entre os astros, nas quais os elementos astronômicos parecem ganhar forma, tamanho, distância e movimento para além de uma tabela recheada de valores. Esses objetos ganharam uma outra dimensão. Ganharam vida na mente desses professores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreendemos que a construção dos conceitos de Astronomia, mesmo para os temas de estudo no ensino fundamental está, em sua maioria, relacionada a uma percepção do espaço em sua forma tridimensional. Ver o espaço por esta perspectiva, apesar de, na maioria dos casos do nosso cotidiano, parecer natural e relativamente simples, em Astronomia, pelo que temos estudado e observado, trata-se de uma tarefa complexa, principalmente devido aos valores relacionados às dimensões serem muito maiores e diferentes daqueles a que estamos habituados. Neste sentido, torna-se essencial aprender a construir as noções espaciais quando se estuda Astronomia.

A complexidade da construção da espacialidade foi evidenciada em vários momentos do curso, desde os iniciais, em que os professores montavam tridimensionalmente um modelo para o universo, passando pelo cuidado na construção das atividades, de tal forma a desenvolver mudanças de referencial, de perspectiva, tentando ampliar uma característica que percebemos comum aos professores, a centração ou a não coordenação de perspectivas. Ver a Terra, os planetas, a Lua, o Sol ou mesmo os fenômenos era, para grande parte dos nossos professores, apenas relacioná-los ao entorno imediato e às características mais freqüentemente observadas.

Na perspectiva de ampliar e aprofundar o conhecimento dos objetos astronômicos e suas relações espaciais, estabelecidas principalmente

através dos fenômenos, estruturamos um curso de formação continuada. Estudamos o desenvolvimento deste curso de tal maneira a avaliar as potencialidades das atividades sugeridas, analisando a natureza do conhecimento adquirido pela nossa amostra de 10 professores participantes do curso.

Olhar para os nossos dados sob o referencial do Piaget nos permitiu, além de melhor compreender o desenvolvimento da noção de espaço, avaliar a potencialidade da construção espacial no tema da Astronomia, em especial, nas atividades inseridas no curso que desenvolvemos.

A compreensão do conceito de espaço em sua dimensão cultural nos proporcionou uma mudança de perspectiva em relação a este tema, em que a percepção de seu caráter de construção, ou seja, não natural como nos é comum pensar, nos abriu a possibilidade de pensar neste tema como algo que também pode ser aprendido. E, para o caso da Astronomia, a aprendizagem da construção da terceira dimensão tem se mostrado fundamental.

A nossa proposta na construção e aplicação do curso foi usar como ponto de partida os conceitos que os professores associavam aos objetos e fenômenos da Astronomia, relacionando-os àqueles conhecidos e estudados pela ciência, compondo mais uma forma de olhar para o mesmo tema e, de certa maneira, compor junto aos professores uma coordenação dessas perspectivas, ou seja, uma articulação de observações do ponto de vista da Terra e do espaço, internas e externas, primeira e científica, na construção de uma re-concepção dos objetos astronômicos e de suas relações.

Neste sentido, as atividades iniciais e finais utilizadas como pré e pós-testes foram essenciais, não apenas para a nossa percepção a respeito dos conhecimentos dos professores como também se mostraram muito eficientes na construção do conhecimento de uma Astronomia mais próxima ao real, com formas, dimensões relativas e, sobretudo, movimento.

Havia uma expectativa nossa de que houvesse uma certa unanimidade em relação à preferência por uma das atividades desenvolvidas. Porém, foi interessante notar que houve um igual destaque para, pelo menos, quatro atividades. Entre elas, escalas de tamanhos, distâncias e movimento dos planetas, fases da Lua e estações do ano.

Em uma rápida associação entre as atividades prediletas, indicadas como mais interessantes ou impressionantes, por cada um dos professores, com as dúvidas iniciais que surgiram durante as entrevistas, verificamos que, curiosamente, as atividades mais marcantes para cada um dos professores possuíam uma íntima relação com as dificuldades apresentadas inicialmente, nas entrevistas. Dessa forma, parece que estudar as dúvidas tenha sido uma experiência gratificante para esse grupo de professores.

Ao mesmo tempo, percebemos que, mesmo para o nosso número de professores, não foi possível eleger uma única atividade como sendo a responsável pelo aprofundamento no conhecimento da Astronomia. Verificamos que cada atividade exerceu o seu papel e que o conjunto delas potencializou seu objetivo, até mesmo com extrapolações para relações que vão além da sua finalidade primeira.

Durante a execução do curso observamos uma gradual evolução dos professores. Nos primeiros dias, a mudança no referencial era difícil até mesmo de ser notada. Com o passar do tempo, verificamos uma dificuldade na modificação da perspectiva. No entanto, a existência de um outro ponto de vista já era notada e aceita como uma possibilidade.

Percebemos que as noções espaciais são essenciais na compreensão da Astronomia. Em nossa escolha de temas, procuramos associar os conteúdos tradicionalmente ensinados no nível fundamental de ensino com a necessidade de noções espaciais para a construção do conceito em questão. Foi interessante perceber o motivo pelo qual não tivemos muitas dificuldades em encontrar elementos espaciais para o estudo da Astronomia. Boa parte dos temas da Astronomia fundamental necessita de noções espaciais na sua compreensão. Até porque estamos nos referindo a objetos dispostos espacialmente, observados do referencial da Terra e, à explicação dos fenômenos, por exemplo, como uma relação entre esses objetos, em que a mudança de referencial se faz necessária e constante, através das associações entre partes e todo.

Há alguns temas que necessitam mais freqüentemente de mudanças de perspectivas. Estes também costumam ser considerados conteúdos de difícil compreensão, como é o caso das fases da Lua, em que o movimento tanto da Lua quanto da Terra nos obriga a rever constantemente suas posições relativas. Por outro lado, o fenômeno “dia e noite” era facilmente compreendido pelos professores da nossa amostra. Isso nos fornece indícios de que o grau de dificuldade encontrado na aprendizagem dos

temas de Astronomia, pelo menos para aqueles indicados para o ensino fundamental, está intimamente relacionado às relações espaciais envolvidas.

No que se refere à formação, percebemos que, apesar da intensa curiosidade pelo tema da Astronomia demonstrada pelos professores durante todo o curso, havia uma grande carência exposta por eles de refúgios, de acolhimento dessas dúvidas e interesses e de espaços de discussões que levassem em consideração a realidade de sua condição de professor de Ciências da escola pública, não especialista na área, seu superficial conhecimento no tema e a condição econômica tanto dos alunos quanto da escola.

Desta forma, cremos que boa parte dos professores provavelmente aprende e ensina Astronomia através do livro didático que, freqüentemente, apresenta uma Astronomia impositiva, fragmentada e, em muitos casos, com erros conceituais graves, além de pouca articulação entre as imagens, os conceitos e os fenômenos apresentados com os vivenciados em nosso cotidiano (LEITE, 2002).

Acreditamos que, embora não tenhamos avaliado diretamente a percepção dos professores a respeito das imagens dos livros didáticos, a construção tridimensional vivenciada por eles durante todo o curso os tenha ajudado a compreender e a lidar com as imprecisões, falhas e insuficiências dos tradicionais e, até mesmo, dos atuais materiais didáticos.

Entendemos que os elementos apresentados e estudados durante o curso não dão conta de todas as dificuldades apresentadas pelos professores no tema da Astronomia. No entanto, percebemos que, para

aqueles que participaram do curso, além de um maior conhecimento no tema, a intimidade com o conteúdo os levou a aquisição de algo muito significativo, uma maior segurança em trabalhar estes conteúdos em sala de aula, fato este exposto pelos próprios professores na avaliação do curso e de extrema importância, que nos revelou o alcance deste curso para além da aprendizagem de um conteúdo.

Nos chamou especial atenção a exposição de uma das professoras em relação à aprendizagem nesse curso. Ela teceu comentários sobre a alegria em aprender que sentia a cada descoberta e disse que percebia que o grupo como um todo estava também imerso neste desejo de aprender. Isso nos lembrou Snyders (1988), que em seu livro *Alegria na escola* nos remete a uma dimensão da aprendizagem infelizmente muitas vezes esquecida: a dimensão do prazer em aprender. Um prazer profundo que ultrapassa a momentaneidade, em que compreensões difíceis e até mesmo dolorosas podem nos trazer alegria em sua conquista. Foi nesta direção que observamos a alegria desses professores. Muitas vezes saíam esgotados, não de um cansaço físico, mas das muitas reflexões, constatações e comparações nada simples que se faziam necessárias.

Em alguns momentos, as reflexões de natureza pedagógica deixavam os professores muito sensibilizados. Percebíamos a preocupação deles em relação a sua atividade docente no conteúdo de Astronomia. Alguns professores se questionavam sobre a quantidade de dúvidas que seus alunos deveriam ter no tema já que, ele próprio, que ensina este conteúdo, tinha-as e nem mesmo se dava conta delas. Interessante perceber que este comentário remetia os professores a uma análise, não apenas do conteúdo,

mas também, da forma como eles o ensinavam, em que os espaços para dúvidas eram quase inexistentes devido à pouca relação com a realidade do tema tratado.

De um modo geral, podemos dizer que o aproveitamento dos professores no curso ultrapassou a dimensão do conteúdo. Uma maior compreensão da Astronomia permitiu também ao professor repensar não apenas a sua visão para o céu como também o possibilitou repensar sua prática enquanto professor deste conteúdo, tomando consciência das habilidades necessárias para esta aprendizagem, sendo capaz de avaliar as dificuldades inerentes à aprendizagem e ao ensino deste tema.

A nossa preferência pelo trabalho com professores colaborou muito para o aprofundamento desta pesquisa, permitindo que elementos tanto característicos do ensino quanto da aprendizagem pudessem aflorar com maior profundidade. Afinal, somos todos professores e interessados em aprender não apenas a Astronomia, como também o seu ensino.

Na forma de sugestão, propusemos aos professores de Ciências que quisessem trabalhar com o tema da Astronomia a construção ou escolha de atividades que dessem mais significado e realidade aos objetos astronômicos e suas relações, utilizando para isso materiais em três dimensões situados no espaço. Tudo isso, sem perder de vista o estabelecimento de conexões entre a observação do dia-a-dia e o conhecimento científico.

Finalmente, gostaríamos de apresentar uma visão a respeito do alcance que acreditamos possa ter esta pesquisa. Relembramos a frase de uma professora em seus comentários finais a respeito do curso, na qual ela

relata a nossa crença em possibilidades de mudanças significativas, mesmo num trabalho com um pequeno número de professores. Esperamos que o alcance desse curso, em especial, possa ser maior que a formação de dez professores e seus respectivos alunos, abrangendo sobretudo a comunidade acadêmica interessada neste tema. Esperamos que a natureza desta nossa pesquisa possa dar caminhos, sugestões e indicativos que auxiliem os profissionais desta área na composição e aplicação dessa ou de novas propostas de ensino em Astronomia e não apenas contribuam para um aumento no número de cursos para os professores de Ciências no estudo dos astros.

Essa pesquisa nos trouxe tantos elementos para pensar e repensar na complexa, mas não menos prazerosa, tarefa de aprender e ensinar Astronomia que, apesar de terminar enquanto tese de doutorado, permanece presente não apenas nas reflexões neste tema específico como também nos auxilia a mudar perspectivas, afinal, transitar por múltiplos pontos de vistas não é uma tarefa presente apenas na Astronomia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, C.E. (1994). **Percepção tridimensional representação bidimensional**. Tese de doutorado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.
- ANDRADE JR, C.P. (1989). **A disciplina do olhar**. Dissertação de mestrado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.
- ARNHEIM, R. (1962). **Arte y percepción visual: psicología de la visión creadora**. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- BATISTA, I.L. (1993). **A concepção física de espaço e o ensino da mecânica**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- BAXTER, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. In: **International Journal of Science Education**, 11(special issue), pp. 502-513.
- BISCH, S.M. (1998). **Astronomia no 1º grau: Natureza e Conteúdo do Conhecimento de Estudantes e Professores**. Tese de doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- BRASIL (1997). **O guia do livro didático**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC.
- _____ (1998). **Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências Naturais, terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica, Brasília: MEC/SEMT.
- BRETONES, P.S., MEGID NETO, J. (2005). Tendências de teses e dissertações sobre educação em Astronomia no Brasil. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, v. 24 (2) pp.35-43.
- BRETONES, P.S., COMPIANI, M. (2001). Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, v.20 (2) pp.61-82.
- CANALLE, J.B.G. (1998). **Oficinas de Astronomia**. Disponível em: www.telescopiosnaescola.pro.br/oficina.pdf . Acesso em: 12 de setembro de 2004.
- CANALLE, J.B.G., TREVISAN, R.H., LATTARI, C.J.B. (1996). Erros Astronômicos nos Livros Didáticos do 1º Grau. In: **Caderno de Resumos do V Encontro de Pesquisadores de Ensino de Física**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Física, p.28.
- CARVAJAL (1991). **Perspectiva: um modo de representar o espaço**. Tese de doutorado. São Paulo: Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo.

CASATI (2001). **A descoberta das sombras: de Platão a Galileu, a história de um enigma que fascina a humanidade**. São Paulo: Companhia das Letras.

CIÊNCIA HOJE (1994). Astronomia na escola fundamental: material didático fraco e professores sem preparo dificultam ensino. **Ciência Hoje**, 17 (102), p. 81.

DE MANUEL BARRABÍAN, J. (1995). ¿Por qué veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes y futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra. **Enseñanza de la Ciencia**, vol. 13 (2) p. 227-236.

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

KRINER, A. (2004). Las fases de la luna, cómo y cuándo enseñarlas? **Ciencia e Educação**, v.10 (1) pp.111-120.

LEITE, C. (2002). **Os professores de Ciências e suas formas de pensar a Astronomia**. Dissertação de mestrado. São Paulo: Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

_____ (1998) **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.

LEITE, C., et al (1997). Representações do Universo em Crianças do 1º Grau. In: **Caderno de Resumos do XII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Belo Horizonte: UFMG.

LEITE, C., MOZENA, E.R. (2003). A Física no ensino de Ciências no Brasil: condicionantes históricos. In: **Atas da XIII Reunión Nacional de Educación en Física**. Río Cuarto, Argentina.

LIVI, S.H.B. (1987). Abra sua janela para o céu. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, 4(3) pp.158-163.

LOPÉZ, R. A. et al (1995). Una aproximación a las representaciones del alumnado sobre el Universo. **Enseñanza de la Ciencia**, 13 (3), pp. 371-377.

MALI, G.B., HOWE, A. (1979). Development of Earth and gravity concepts among nepali children. **Science Education**, 63(5), pp. 685-691.

NARDI, R. (1989). **Um estudo psicogenético das idéias que evoluem para a noção de campo**. Tese de doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

NASCIMENTO, S.S., HAMBURGER, E.W. (1994). Considerações sobre um curso de extensão para professores de Ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, 11(1), pp. 43-51.

NUSSBAUM, J. (1979). Children's conceptions of the Earth as a cosmic body: a cross age study. **Science Education**, 63 (1), pp. 83-93.

NUSSBAUM, J., NOVAK, J. D. (1976). An assessment of children's concepts of the Earth utilizing structured interviews. **Science Education**, 60(4), pp. 535-550.

OLIVEIRA, K.S.F., SARAIVA, M.F.O. (2000). **Astronomia e Astrofísica**. Rio Grande do Sul: Editora da Universidade.

PALLAMIN, V. (1985). **Princípios da gestalt na organização da forma: abordagem bidimensional**. Dissertação de mestrado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

PIAGET, J. (1975). El pensamiento matemático. In: **Introducción a la epistemología genética**, vol. 1. Buenos Aires: Paidós.

PIAGET, J. (1985). As formas possíveis de uma realidade parcialmente escondida. In: **O possível e o necessário**, vol.1. Porto Alegre: Artes Médicas.

PIAGET, J., INHELDER, B. (1993). **A representação do espaço na criança**. Porto Alegre: Artes Médicas.

Revista Nova Escola (2005). São Paulo: Editora Abril, novembro, p.22.

ROBILOTTA, M. (1985). O espaço na/da natureza da/na física. In: **Construção e realidade no ensino de Física**. São Paulo: Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

SNYDERS, G. (1988). **Alegria na escola**. São Paulo: Manole.

SZAMOSI, G. (1986). **Tempo & Espaço: as dimensões gêmeas**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.

THOM, R. (1983). A gênese do espaço representativo segundo Piaget. In: MASSINO PIATELLI-PALMARINI (org.). **Teorias da linguagem, teorias da aprendizagem: o debate entre Jean Piaget & Noam Chomsky**. São Paulo: Cultrix: EDUSP. Apêndice: pp.435-444.

THUILLIER, P. (1994). Espaço e perspectiva no quatrocento. In: **De Arquimedes a Einstein: a face oculta da invenção científica**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, pp. 57-87.

TREVISAN, R. H., REIS, G.A., LATTARI, C. J. B. (2003). Atividade didática para o ensino de Astronomia no nível fundamental: A Lua. In: **Anais da VIII SEMANA DA FÍSICA**, Londrina: Eduel pp. 1-11.

TREVISAN, R.H., et al (2003). O aprendizado dos conceitos de Astronomia no ensino fundamental. In: **Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Curitiba: Sociedade Brasileira de Física, pp.1867-1874.

VELASCO, A.D. (2002). **Avaliação da aptidão em estudantes de engenharia como instrumento de diagnóstico do desempenho em desenho técnico**. Tese de doutorado. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pp.7-41.

Livros didáticos:

CARLOS BARROS (2004). **Ciências**, São Paulo: Ática

DANIEL CRUZ (2004). **Ciências & Educação Ambiental**, São Paulo: Ática

CÉSAR e SEZAR (2001). **Ciências: entendendo a natureza**, São Paulo: Saraiva

BERTOLDI & VASCONCELLOS (2002). **Ciência e Sociedade**. São Paulo: Scipione

ORLANDO AGUIAR, et al (2004). **Construindo Consciência**. São Paulo: Scipione

CANTO, E.L. (2000). **Ciências Naturais: aprendendo com o cotidiano**. São Paulo: Moderna.

Páginas na Internet:

Astronomia Virtual: <http://astro.if.ufrgs.br/index.htm>

Site do IAG – USP: <http://www.iag.usp.br/>

Setor de Astronomia do CDCC: <http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/>

Fundo Nacional do Livro Didático: <http://www.fnde.gov.br/>

Escola Municipal de Astronomia:

http://portal.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/meio_ambiente/planetarios

Observatório Nacional: <http://www.on.br/>

Associação Brasileira de Planetários: <http://www.planetarios.org.br/>

Museu de Astronomia: <http://www.mast.br/>

Estação Ciência: <http://www.eciencia.usp.br/>

Sociedade Brasileira de Ensino de Astronomia: <http://www.sbeastro.org/>

Sociedade Astronômica Brasileira: <http://www.sab-astro.org.br/>

Bibliografia de Astronomia:

- BOCZKO, R. (1984). **Conceitos de Astronomia**. São Paulo: Blücher.
- CANIATO, R. (1990). **O céu**. São Paulo: Ática.
- FRIAÇA, A.C.S., et al (2000). **Astronomia uma visão geral do Universo**. São Paulo: EDUSP.
- MACIEL, W.J. (1991). **Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo.
- MARTINS, R.A. (1994). **O Universo: teorias sobre sua origem e evolução**. São Paulo: Moderna.
- MATSURA, O.T. (1996). **Atlas do Universo**. São Paulo: Scipione.
- MOURÃO, R.R.F. (1997). **Atlas Celeste**. Petrópolis: Vozes, 8^a ed.
- MOURÃO, R.R.F. (1999). **Manual do astrônomo: uma introdução à astronomia observacional e à construção de telescópios**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 4^a ed.
- OLIVEIRA, K.S.F., SARAIVA, M.F.O. (2000). **Astronomia e Astrofísica**. Rio Grande do Sul: Editora da Universidade.
- WEINER, J. (1998). **Planeta Terra**. São Paulo: Martins Fontes.

ANEXOS

ANEXO A: QUESTÃO DO ENEM (LUAS DE JÚPITER)

(ENEM 2000) A tabela abaixo resume alguns dados importantes sobre os satélites de Júpiter.

Nome	Diâmetro (km)	Distância média ao centro de Júpiter (km)	Período orbital (dias terrestres)
Io	3.642	421.800	1,8
Europa	3.138	670.900	3,6
Ganimesdes	5.262	1.070.000	7,2
Calisto	4.800	1.880.000	16,7

Ao observar os satélites de Júpiter pela primeira vez, Galileu Galilei fez diversas anotações e tirou importantes conclusões sobre a estrutura de nosso universo. A figura abaixo reproduz uma anotação de Galileu referente a Júpiter e seus satélites.



De acordo com essa representação e com os dados da tabela, os pontos indicados por 1, 2, 3 e 4 correspondem, respectivamente, a:

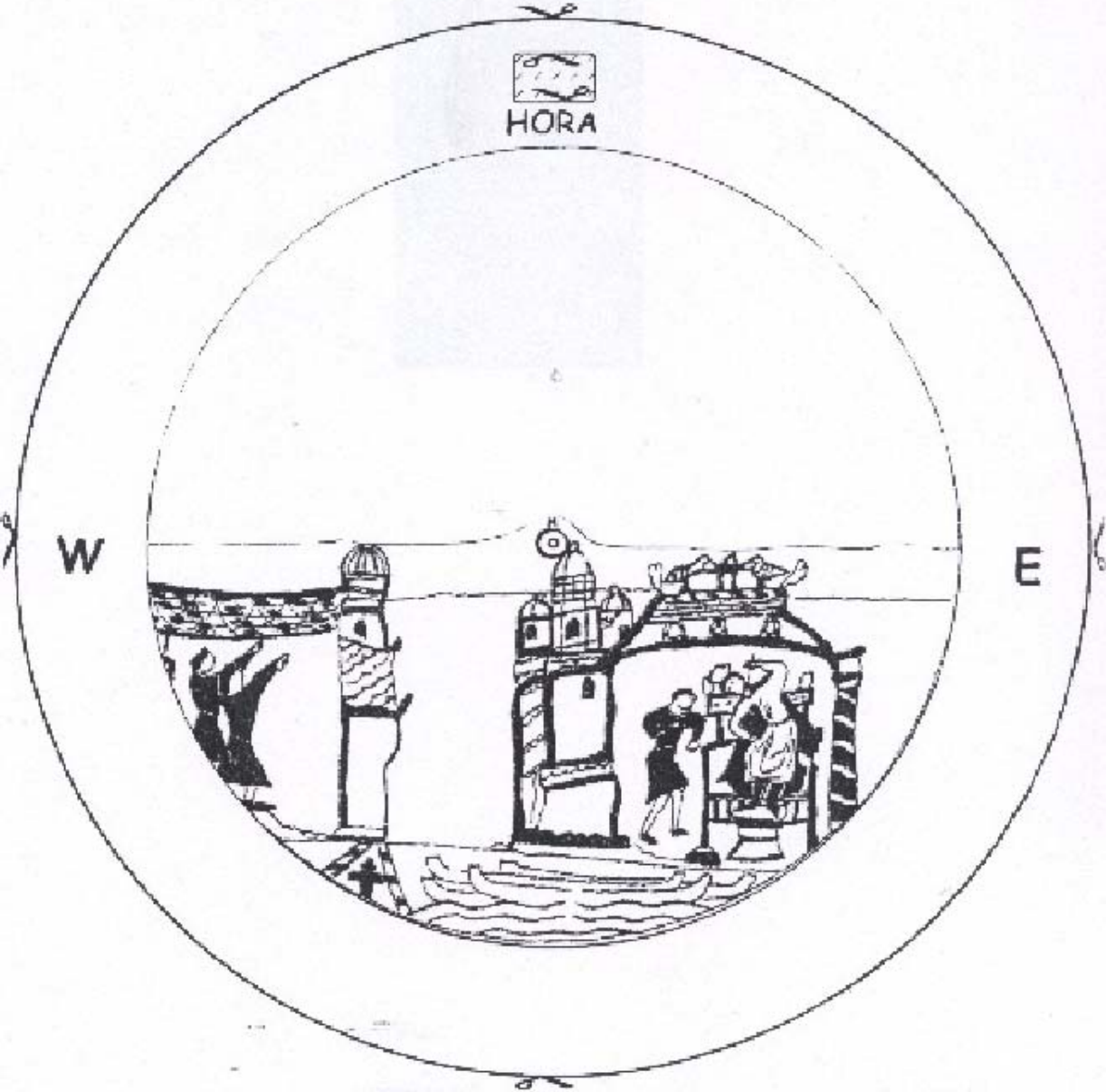
- (A) Io, Europa, Ganimesdes e Calisto.
- (B) Ganimesdes, Io, Europa e Calisto.
- (C) Europa, Calisto, Ganimesdes e Io.
- (D) Calisto, Ganimesdes, Io e Europa.
- (E) Calisto, Io, Europa e Ganimesdes.

ANEXO B: ÍNDICE DO CURSO VIRTUAL

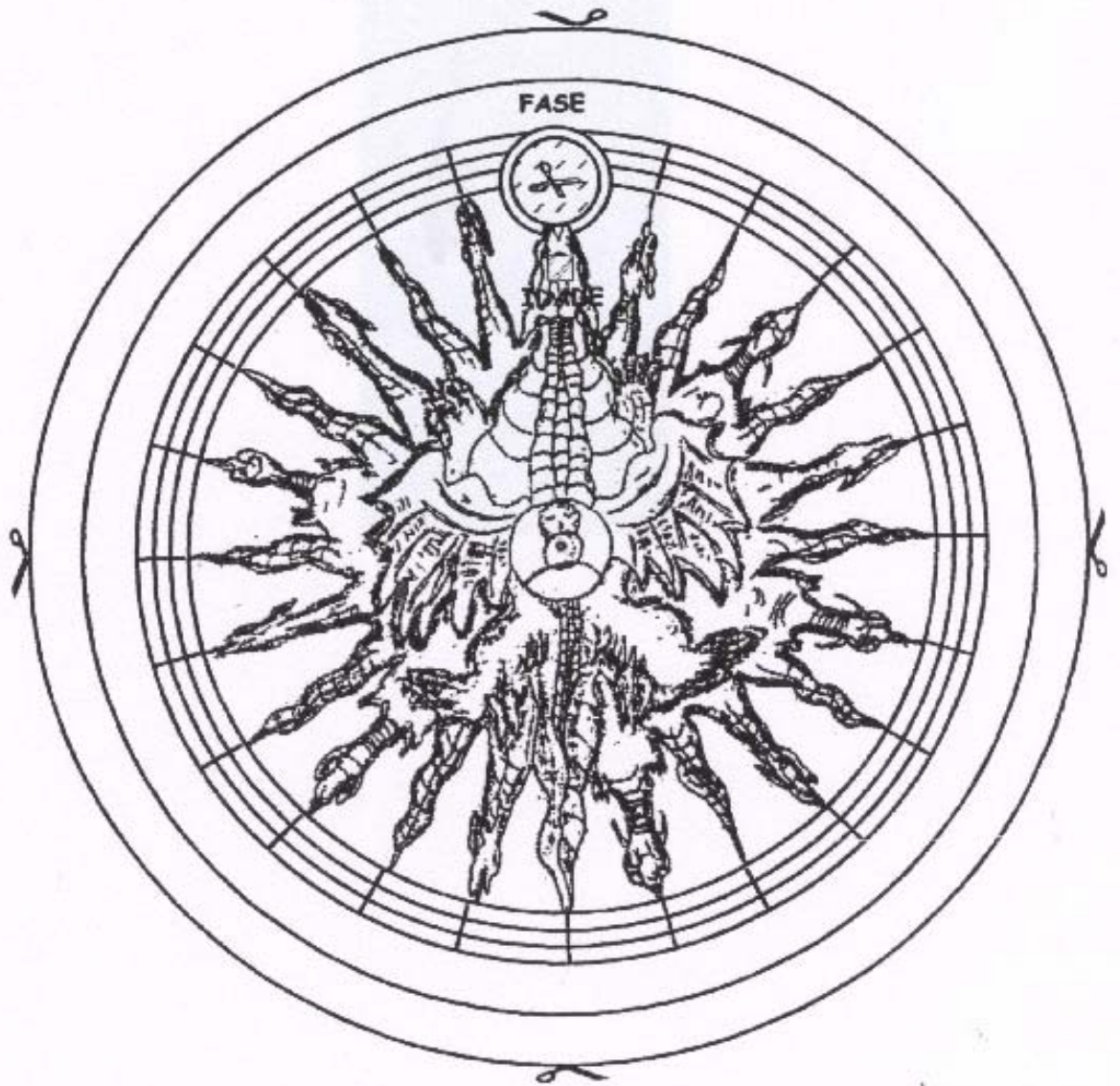
Astronomia na Antigüidade
Constelações
A Esfera Celeste
Sistemas de Coordenadas
Trigonometria Esférica
Posições do Sol
Estações do Ano
Insolação Solar
Medidas do Tempo
Data da Páscoa
Simulações dos Satélites GPS
Lua
Fases da Lua
Simulação das Fases da Lua
Eclipses
Cálculo das Sombras
Órbita dos Planetas
Tycho, Kepler e Galileo
Simulação das Leis de Kepler
Determinação da Órbita de Marte por Kepler
Newton
Leis de Kepler Generalizadas
Efeitos de Maré
Precessão do Eixo da Terra
Sistema Solar
Planetas do Sistema Solar
Corpos Menores do Sistema Solar
O Sol - Nossa Estrela
Origem da Vida e Vida Extraterrestre
Planetas Extrasolares
Distâncias e Paralaxe
Estrelas Binárias
Efeito Doppler
Fotometria
Cor e Temperatura das Estrelas
Espectroscopia
Tratamento de Imagens CCD
Estrelas e Diagrama HR
Evolução e Interiores Estelares
A Escala do Universo
Via Láctea
Meio Interestelar
Galáxias
Simulações de Interações entre Galáxias
Universo e Cosmologia
Cosmologia Matemática
Telescópios
Biografias
Auto-testes e Exercícios
Bibliografia
Constantes

ANEXO C: RELÓGIO LUNAR

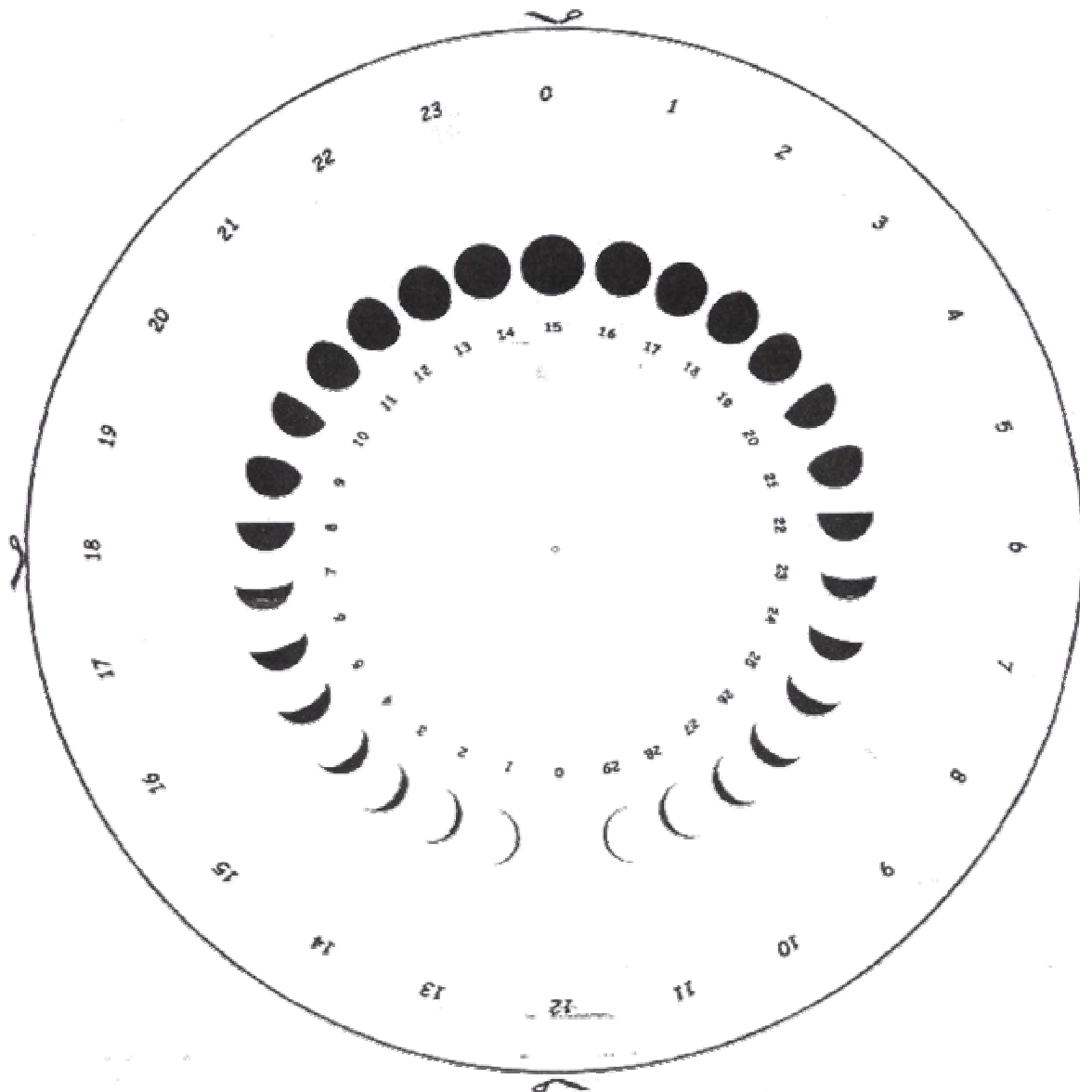
Relógio Lunar (DISCO 1)



Relógio Lunar (DISCO 2)

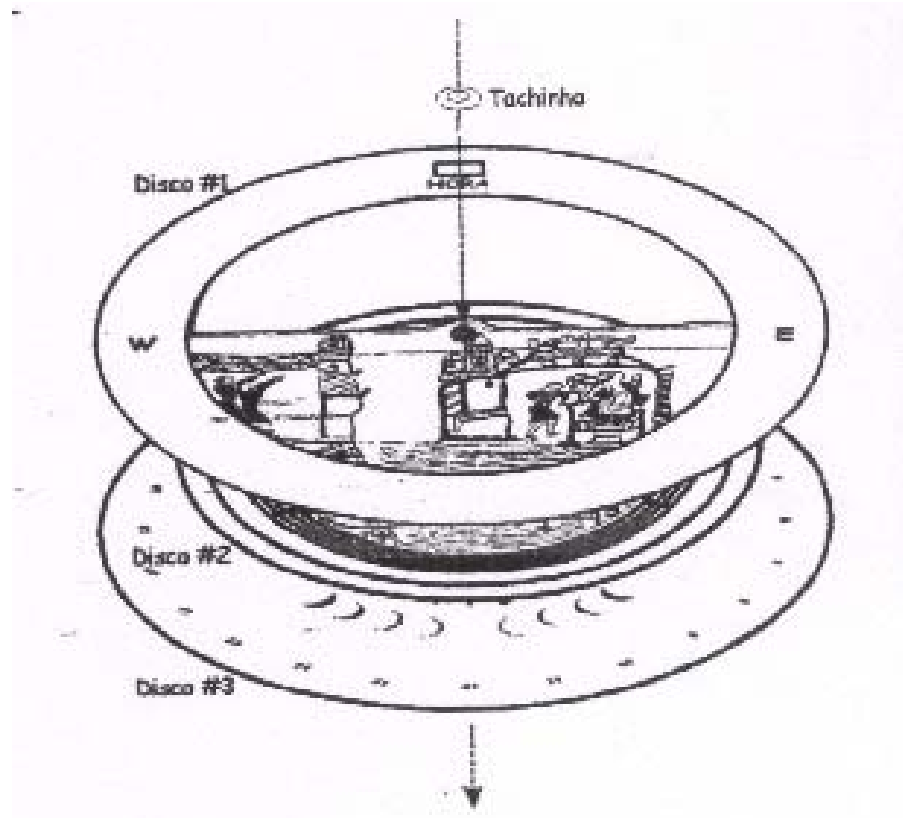


Relógio Lunar (DISCO 3)



Montagem do relógio:

1. Recorte os discos 1, 2 e 3 conforme as indicações (✂). Abra todas a áreas rachuradas.
2. Monte os discos conforme a indicação abaixo e fixe-os com uma tachinha sobre a placa de isopor.
3. Não esqueça de amassar a tachinha para não machucar!



ANEXO D: UM EPISÓDIO NA VIDA DE JOÃOZINHO DA MARÉ

Um episódio na vida de Joãozinho da Maré
Professor Rodolpho Caniato

O Joãozinho de nossa história é um moleque muito pobre que mora numa favela sobre palafitas espetadas em um vasto mangue. Nosso Joãozinho só vai à escola quando sabe que vai ser distribuída merenda, uma das poucas razões que ele sente para ir à escola. Do fundo da miséria em que vive, Joãozinho pode ver bem próximo algumas das conquistas de nossa civilização em vias de desenvolvimento (para alguns). Dali de sua favela ele pode ver bem de perto uma das grandes Universidades onde se cultiva a inteligência e se conquista o conhecimento. Naturalmente esse conhecimento e a ciência ali cultivadas nada tem a ver com o Joãozinho e outros milhares de Joãozinhos pelo Brasil afora.

Além de perambular por toda a cidade, Joãozinho, de sua favela, pode ver o aeroporto internacional do Rio de Janeiro. Isso certamente é o que mais fascina os olhos de Joãozinho. Aqueles grandes pássaros de metal sobem imponentes com um ruído de rachar os céus. Joãozinho, com seu olhar curioso, acompanha aqueles pássaros de metal até que, diminuindo, eles desapareçam no céu.

Talvez, por freqüentar pouco a escola, por gostar de observar os aviões e o mundo que o rodeia, Joãozinho seja um sobrevivente de nosso sistema educacional. Joãozinho não perdeu aquela curiosidade de todas as crianças; aquela vontade de saber os “como” e os “porque”, especialmente em relação às coisas da natureza; a curiosidade e o gosto de saber que se vão extinguindo em geral, com a freqüência à escola. Não há curiosidade que agüente aquela “decoreba” sobre o corpo humano, por exemplo.

Sabendo por seus colegas que nesse dia haveria merenda, Joãozinho resolve ir à escola. Nesse dia, sua professora se dispunha a dar uma aula de Ciências, coisa que Joãozinho gostava.

A professora havia dito que nesse dia iria falar sobre coisas como o Sol, a Terra e seus movimentos, verão, inverno, etc. A professora começa por explicar que o verão é o tempo do calor, o inverno é o tempo do frio, a primavera é o tempo das flores e o outono é o tempo em que as folhas ficam amarelas e caem.

Em sua favela, no Rio de Janeiro, Joãozinho conhece calor e tempo de mais calor ainda, um verdadeiro sufoco, às vezes.

As flores da primavera e as folhas amarelas que caem ficam por conta de acreditar. Num clima tropical e quente como do Rio de Janeiro, Joãozinho não viu nenhum tempo de flores. As flores por aqui existem ou não, quase independentemente da época do ano, em enterros e casamentos, que passam pela Avenida Brasil, próxima à sua favela.

Joãozinho, observador e curioso, resolve perguntar porque acontecem ou devem acontecer tais coisas. A professora se dispõe a dar a explicação.

- Eu já disse a vocês numa aula anterior que a Terra é uma grande bola e que essa bola está rodando sobre si mesma. É sua rotação que provoca os dias e as noites. Acontece que, enquanto a Terra está girando, ela também está fazendo uma grande volta ao redor do Sol. Essa volta se faz em um ano. O caminho é uma órbita alongada chamada elipse. Além dessa curva ser assim alongada e achatada, o Sol não está no centro. Isso quer dizer que, em seu movimento, a Terra às vezes passa perto, às vezes passa longe do Sol. Quando passa perto do Sol é mais quente: é VERÃO. Quando passa mais longe do Sol recebe menos calor: é INVERNO.

Os olhos de Joãozinho brilhavam de curiosidades diante de um assunto novo e tão interessante.

- Professora, a senhora não disse antes que a Terra é uma bola e que está girando enquanto faz a volta ao redor do Sol?

- Sim, eu disse. - respondeu a professora com segurança.

- Mas, se a Terra é uma bola e está girando todo dia perto do Sol, não deve ser verão em toda a Terra?

- É, Joãozinho, é isso mesmo.

- Então é mesmo verão em todo lugar e inverno em todo lugar, ao mesmo tempo, professora?

- Acho que é, Joãozinho, vamos mudar de assunto.

A essa altura, a professora já não se sentia tão segura do que havia dito. A insistência, natural para o Joãozinho, já começava a provocar uma certa insegurança na professora.

- Mas, professora, - insiste o garoto - enquanto a gente está ensaiando a escola de samba, na época do Natal, a gente sente o maior calor, não é mesmo?

- É mesmo, Joãozinho.

- Então nesse tempo é verão aqui?

- É, Joãozinho.

- E o Papai Noel no meio da neve com roupas de frio e botas? A gente vê nas vitrinas até as árvores de Natal com algodão. Não é para imitar a neve? (A 40º no Rio).

- É, Joãozinho, na terra do Papai Noel faz frio.

- Então, na terra do Papai Noel, no Natal, faz frio?

- Faz, Joãozinho.

- Mas então tem frio e calor ao mesmo tempo? Quer dizer que existe verão e inverno ao mesmo tempo?

- É, Joãozinho, mas vamos mudar de assunto. Você já está atrapalhando a aula e eu tenho um programa a cumprir.

Mas Joãozinho ainda não havia sido domado pela escola. Ele ainda não havia perdido o hábito e a iniciativa de fazer perguntas e querer entender as coisas. Por isso, apesar do jeito visivelmente contrariado da professora, ele insiste.

- Professora, como é que pode ser verão e inverno ao mesmo tempo, em lugares diferentes, se a Terra, que é uma bola, deve estar perto ou longe do Sol? Uma das duas coisas não está errada?

- Como você se atreve, Joãozinho, a dizer que a sua professora está errada? Quem andou pondo essas suas idéias em sua cabeça?

- Ninguém, não, professora. Eu só tava pensando. Se tem verão e inverno ao mesmo tempo, então isso não pode acontecer porque a Terra tá perto ou tá longe do Sol. Não é mesmo, professora?

A professora, já irritada com a insistência atrevida do menino assume uma postura de autoridade científica e pontifica:

- Está nos livros que a Terra descreve uma curva que se chama elipse ao redor do Sol, que este ocupa um dos focos e, portanto, ela se aproxima e se afasta do Sol. Logo, deve ser por isso que existe verão e inverno.

Sem dar conta da irritação da professora, nosso Joãozinho lembra-se de sua experiência diária e acrescenta:

- Professora, a melhor coisa que a gente tem aqui na favela é poder ver avião o dia inteiro.

- E daí, Joãozinho? O que tem a ver isso com o verão e o inverno?

- Sabe, professora, eu acho que tem.

A gente sabe que um avião tá chegando perto quando ele vai ficando maior. Quando ele vai ficando pequeno é porque ele tá ficando mais longe.

- E o que tem isso a ver com a órbita da Terra, Joãozinho?

- É que eu achei que se a Terra chegasse mais perto do Sol, a gente devia ver ele maior. Quando a Terra estivesse mais longe do Sol, ele deveria aparecer menor. Não é, professora?

- E daí, menino?

- A gente vê o Sol sempre do mesmo tamanho. Isso não quer dizer que ele tá sempre da mesma distância? Então verão e inverno não acontecem por causa da distância.

- Como você se atreve a contradizer sua professora? Quem anda pondo “minhocas” na sua cabeça? Faz quinze anos que eu sou professora. É a primeira vez que alguém quer mostrar que a professora está errada.

A essa altura, já a classe se havia tumultuado. Um grupo de outros garotos já havia percebido a lógica arrasadora do que Joãozinho dissera. Alguns continuaram indiferentes. A maioria achou mais prudente ficar do lado da “autoridade”. Outros aproveitaram a confusão para aumentá-la. A professora havia perdido o controle da classe e já não conseguia reprimir a bagunça nem com ameaças de castigo e de dar “zero” para os mais rebeldes.

Em meio àquela confusão tocou o sinal para o fim da aula, salvando a professora de um caso maior. Não houve aparentemente nenhuma definição de vencedores e vencidos nesse confronto.

Indo para casa, a professora, ainda agitada e contrariada, se lembrava do Joãozinho que lhe estragara a aula e também o dia. Além de pôr em dúvida o que ela ensinara, Joãozinho dera um mau “exemplo”. Joãozinho, com seus argumentos ingênuos, mas lógicos, despertara muitos para o seu lado.

- Imagine se a moda pega... - pensa a professora. - O pior é que não me ocorreu qualquer argumento que pudesse enfrentar o questionamento do garoto.

- Mas foi assim que me ensinaram. É assim que eu também ensino- pensa a professora. - Faz tantos anos que eu dou essa aula, sobre esse assunto...

À noite, já mais calma, a professora pensa com os seus botões:

- Os argumentos do Joãozinho foram tão claros e ingênuos... Se o inverno e o verão fossem provocados pelo maior ou menor afastamento da Terra em relação ao Sol, deveria ser inverno ou verão em toda a Terra. Em sempre soube que enquanto é inverno em um hemisfério, é verão no outro. Então tem mesmo razão o Joãozinho. Não pode ser essa a causa do 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 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, pode ser totalmente demolida pelo raciocínio ingênuo de um garoto, sem nenhum outro conhecimento científico?

Remoendo essas idéias, a professora se põe a pensar em tantas outras coisas que poderiam ser tão falsas e inconsistentes como as “causas” para o verão e o inverno.

- Haverá sempre um Joãozinho para levantar dúvidas? Por que tantas outras crianças aceitaram sem resistência o que eu disse? Por que apenas o Joãozinho resistiu e não “engoliu”?

No caso do verão e do inverno a inconsistência foi facilmente verificada. Se “engolimos” coisas tão evidentemente erradas, devemos estar “engolindo” coisas mais erradas, mais sérias e menos evidentes. Podemos estar tão habituados a repetir as mesmas coisas que já nem nos damos conta de que muitas delas podem ter sido simplesmente acreditadas; muitas podem ser simples “atos de fé” ou crendices que nós passamos adiante como verdades científicas ou históricas.

ANEXO E: TABELA PARA CONSTRUÇÃO DO SISTEMA SOLAR EM DIFERENTES ESCALAS

Astros	Distância do Sol (10 ⁶ km)	Diâmetro (10 ³ km)	Diâmetros (mm) e Distâncias (m)									
			(mm)	(m)	(mm)	(m)	(mm)	(m)	(mm)	(m)	(mm)	(m)
Sol	0	1.392,50	200	0	10	0	800	0	100	0	1000	0
Mercúrio	58	4,9	0,70	8,33	0,04	0,42	2,82	33,32	0,35	4,17	3,52	41,65
Vênus	108	12,1	1,74	15,51	0,09	0,78	6,95	62,05	0,87	7,76	8,69	77,56
Terra	150	12,8	1,84	21,54	0,09	1,08	7,35	86,18	0,92	10,77	9,19	107,72
Marte	228	6,8	0,98	32,75	0,05	1,64	3,91	130,99	0,49	16,37	4,88	163,73
Júpiter	778	143,9	20,67	111,74	1,03	5,59	82,67	446,97	10,33	55,87	103,34	558,71
Saturno	1.427	120,5	17,31	204,96	0,87	10,25	69,23	819,82	8,65	102,48	86,54	1024,78
Urano	2.870	51,2	7,35	412,21	0,37	20,61	29,41	1648,83	3,68	206,10	36,77	2061,04
Netuno	4.497	50,5	7,25	645,89	0,36	32,29	29,01	2583,55	3,63	322,94	36,27	3229,44
Plutão	5.900	2,4	0,34	847,40	0,02	42,37	1,38	3389,59	0,17	423,70	1,72	4236,98

As colunas com escala em milímetro (mm) referem-se aos valores dos diâmetros e as em metro (m) distâncias.

Fixamos valores de diâmetros para o Sol (**valores em negrito**) e os demais estão em escala em função deste.

ANEXO F: MAFALDA (“EM CIMA” E “EMBAIXO”)

Leia a tira de Quino, com a Mafalda como personagem principal. Faça comentários específicos e/ou gerais sobre a temática tratada. Como você poderia tranquilizar a Mafalda? Escreva pelo menos meia página.

(Quino. (1993). Toda Mafalda: da primeira à última tira. São Paulo: Martins Fontes)



ANEXO G: GREF - HAGAR (FORMA DA TERRA)

Astronomia na Física do Ensino Fundamental

Profa. Cristina Leite e Yassuko Hosoume

Nome: _____

Leia a atividade proposta pelo GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). Faça comentários específicos e/ou gerais sobre a temática tratada. Escreva, pelo menos meia página e traga na aula de amanhã (18/01).

(Fonte: GREF (1998), **Leituras de Física**, Mecânica, São Paulo: Instituto de Física da Universidade de São Paulo, versão preliminar: 112).



- a) Se a Terra é redonda, como você explica o fato de que ela nos parece ser plana. como aparece na tira acima?

ANEXO H: CIÊNCIA HOJE - CICLOS DA NATUREZA

(Fonte: Ciência Hoje na Escola (2000), Geologia, vol. 10. São Paulo: Global, SBPC, p.6)



João olhava pela escotilha enquanto a balsa fazia a curva. No horizonte, só havia um ponto indistinto. À volta, a imensidão da água doce: a baía do Guajará. Gradualmente ia aparecendo a ilha. Primeiro aves, depois açazeiros distantes e, alguns minutos mais tarde, as casas e o porto. Muitas vezes ele tinha ido de Belém a Soure, na Ilha do Marajó. Mas agora tinha uma pergunta na cabeça: “até onde ia a água doce?” Sabia da existência da Zona do Salgado, mas era muito longe e em outra direção...

“Como seria tudo aquilo visto de cima? Embaixo, tudo parece tão plano! Como é Soure visto do alto? E o

Marajó inteiro? Apareceria como nos mapas?” Eram tantas as perguntas! Nunca viajara de avião: “o que daria para ver do alto? E de muito mais alto? Como os astronautas vêem o Marajó?”

Sem dúvida, um voo mudaria a “visão” de João do lugar em que vivia, da mesma forma que mudou a “visão” da humanidade sobre a Terra. “A Terra é azul!” – disse Yuri A. Gagarin – o primeiro homem a ver a Terra do espaço, em órbita, a bordo do satélite Vostok, a uma velocidade de 27 400 km/h. Era abril de 1961 e o espanto deve ter sido tão grande que o cosmonauta soviético não conteve a emoção.

ANEXO I: MAFALDA (CANAL DA MANCHA)

Astronomia na Física do Ensino Fundamental

Profa. Cristina Leite e Yassuko Hosoume

Nome: _____

Leia a tira de Quino, onde a Mafalda conversa com Miguelito. Analise o tema abordado e escreva pelo menos cinco linhas sobre ele.

(Fonte: QUINO. (1982). **Mafalda 5**. São Paulo: Editora Parma).



ANEXO J: QUESTÃO DO ENEM (PESCADOR)

Astronomia na Física do Ensino Fundamental

Profa. Cristina Leite e Yassuko Hosoume

Nome: _____

- 1) Leia e responda a questão abaixo retirada da prova do ENEM do ano de 2002.
- 2) Faça comentários referentes à questão em pelo menos cinco linhas.

Um grupo de pescadores pretende passar um final de semana do mês de setembro, embarcado, pescando em um rio. Uma das exigências do grupo é que, no final de semana a ser escolhido, as noites estejam iluminadas pela lua o maior tempo possível.

A figura representa as fases da lua no período proposto.

Considerando-se as características de cada uma das fases da lua e o comportamento desta no período delimitado, pode-se afirmar que, dentre os fins de semana, o que melhor atenderia às exigências dos pescadores corresponde aos dias

- (A) 08 e 09 de setembro.
- (B) 15 e 16 de setembro.
- (C) 22 e 23 de setembro.
- (D) 29 e 30 de setembro.
- (E) 06 e 07 de outubro.



ANEXO L: ATIVIDADE DE FUSO HORÁRIO

Astronomia na Física do Ensino Fundamental

Profa. Cristina Leite e Yassuko Hosoume

Nome: _____

Observe a tabela com fuso horário ao lado e responda:

- 1) Qual o significado dos sinais positivo e negativo?
- 2) Quem amanhece primeiro: Brasil ou Itália?
- 3) Como seria possível identificar o sentido do movimento de rotação da Terra?

NO MUNDO	Fuso	Tempo	M.
Assunção	-1	Ensolarado	
Atenas	+4	Chuvoso	
Barcelona	+3	Nublado	
Berlim	+3	Ensolarado	
Bruxelas	+3	Nublado	
B. Aires	-1	Ensolarado	
Caracas	-2	Chuvoso	
Chicago	-4	Nublado	
Estocolmo	+3	Chuvoso	
Genebra	+3	Ensolarado	
Johannesburgo	+4	Sol/chuva	
Lima	-3	Nublado	
Lisboa	+2	Nublado	
Londres	+2	Nublado	
Los Angeles	-6	Nublado	
Madri	+3	Ensolarado	
México	-4	Nublado	
Miami	-3	Sol/chuva	
Montevideú	+0	Ensolarado	
Moscou	+5	Nublado	
Nova York	-3	Nublado	
Paris	+3	Nublado	
Roma	+3	Ensolarado	
Santiago	-1	Ensolarado	
Sydney	+13	Nublado	
Tel-Aviv	+4	Nublado	
Tóquio	+11	Nublado	
Toronto	-3	Nublado	
Taipei	+10	Ensolarado	
Washington	-3	Nublado	

ANEXO M: QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO CURSO

Astronomia na Física do Ensino Fundamental

Profa. Cristina Leite e Yassuko Hosoume

Nome: _____

AVALIAÇÃO DO CURSO

1- Em relação aos conteúdos desenvolvidos:

Cite aquele que você avalia como o:

- a) mais interessante. Por quê?
- b) menos interessante. Por quê?
- c) mais impressionante. Por quê?

2) Durante o desenvolvimento do curso, em algum momento você passou por situações do tipo:

- a) - Uau! Agora estou entendendo a coisa! Caiu a ficha!
Se sim, descreva essas situações.

- b) - Puxa vida! Não conseguia ver essa coisa desse jeito! Agora, até consigo imaginar ela no espaço.
Se sim, descreva essas situações.

- 3) Um problema da aprendizagem de Astronomia está na dificuldade de visualizar objetos e movimentos no espaço.

As atividades desenvolvidas no curso contribuíram para você desenvolver a capacidade de melhor imaginar objetos e seus movimentos no espaço? Na sua avaliação, quais foram as mais importantes? O que poderia ter auxiliado nesse desenvolvimento?

4) Relacionando com o curso, faça comentários sobre as afirmações:

- a) - “Ver é uma questão cultural. As pessoas aprendem a enxergar.”

- b) - “É preciso ensinar o aluno a ver a Terra, a Lua, o Sol e as estrelas.”

- c) - “Ver, muitas vezes é compor o todo compreendendo as partes”.

- 5) Faça comentários gerais sobre o curso – espaço aberto – fique à vontade.

Escreva no mínimo dez linhas.