UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE FÍSICA

INSTITUTO DE QUÍMICA

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

FLÁVIA POLATI FERREIRA

A FORMA E OS MOVIMENTOS DOS PLANETAS DO SISTEMA SOLAR: UMA PROPOSTA PARA A FORMAÇÃO DO PROFESSOR EM ASTRONOMIA

SÃO PAULO

2013

FLÁVIA POLATI FERREIRA

A FORMA E OS MOVIMENTOS DOS PLANETAS DO SISTEMA SOLAR: UMA PROPOSTA PARA A FORMAÇÃO DO PROFESSOR EM ASTRONOMIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da USP, nível mestrado, como requisito para o título de mestre em Ensino de Ciências. Área de concentração: Ensino de Física.

Orientadora: Profa. Dra. Cristina Leite.

SÃO PAULO

2013

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Ferreira, Flávia Polati

A forma e os movimentos dos planetas do sistema solar: uma proposta para a formação do professor em astronomia – São Paulo, 2013.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Profª Drª Cristina Leite

Área de Concentração: Física

Unitermos: 1. Astronomia - Estudo e ensino; 2. Formação de professores; 3.Planetas do Sistema Solar; 4. Proposta didática; 5. Três momentos pedagógicos.

USP/IF/SBI-113/2013

AGRADECIMENTOS

Aos 43 professores que participaram desta pesquisa: sem eles este trabalho não teria sido pensado ou realizado. Agradeço imensamente a grande iniciativa deles, por livre e espontânea vontade, em participar de cursos de extensão e seguir dialogando sobre o ensino de ciências durante suas férias letivas, sem remuneração alguma. Acredito que uma sementinha foi plantada em algum dos professores com quem trabalhamos nesta pesquisa...

Aos meus pais e irmãs que sempre apoiaram minhas decisões desde quando eu optei por ser professora, cursar a graduação em São Carlos, retornar à São Paulo e sempre me ajudaram com tudo que estava ao seu alcance.

À Professora Cristina Leite, por ter me orientado nestes três anos de estrada e "dado asas" para meus sonhos voarem, nunca tendo negando alguma proposta de projeto ou congresso e me ensinou, de maneira direta ou indireta, a viver no mundo acadêmico.

Ao Gabriel Barros, Néstor Camino e Wagner Jordão, três grandes gigantes em que me apoiei em seus ombros nas horas que mais precisei durante estes anos do mestrado. Três gigantes que com distintos papeis em minha vida foram fundamentais para eu seguir o caminho do conhecimento.

Ao Néstor Camino por ter me recebido em Esquel como estudante visitante e ter me acolhido como um "pai" em sua cidade. Sem ele certamente as discussões sobre o ensino de astronomia deste trabalho não seriam tão claras e prazerosas.

Ao Alexandre que nestes últimos cinco anos esteve ao meu lado e em meu coração, mesmo tão longe durante nossos períodos de intercâmbio, me mostrou a beleza da área acadêmica, do conhecimento astronômico e da história e filosofia da ciência.

Às grandes amigas que conheci e convivi no mestrado, Lígia, Renatinha e Soninha que estiveram ao meu lado em muitos momentos felizes, com muitas risadas, cervejas, vinhos e queijos e sempre me deram "um help" quando mais precisei resolver minhas "cagadas".

Aos amigos que conheci em Esquel durante os 6 meses que estive estudando na Patagônia-Argentina: Camila, Cristina, Fran, Natália, Javier, Danielle, Pablo, Ana Paula, Pedro, Griselda, Daniel. Foi maravilhoso conhecê-los e aprender a viver com vocês.

Aos professores Sérgio Bisch e André Ferrer Martins por contribuírem com este trabalho no exame de qualificação, dialogando e criticando esta pesquisa de maneira construtiva.

Aos colegas de grupo de pesquisa, Andreza, Daniel, Fernanda, Gabriel, Luciano, Marta, Silvana, Vanessa e Valéria. Em especial ao Gabriel que esteve comigo ministrando os dois cursos USP-Escola e que, por milhares de vezes, nos apoiávamos quando estávamos caindo no abismo, “um segurando a peteca do outro”, e assim seguimos até o final.

Aos colegas do grupo do João Zanetic que, embora eu tenha sido uma “intrusa” nas reuniões deste grupo, sempre me receberam de braços abertos, me tratando de maneira igualitária e me auxiliaram a perceber a beleza do conhecimento nas vertentes das artes, literatura, história, filosofia e educação e ainda dialogando com as ideologias de Paulo Freire.

Aos funcionários do IF-USP, Ailton, Agostinho, Edson, Mônica, Pedrinho, Rosana, Sérgio, Silvana e Thomas, e do Centro Cultural Municipal de Esquel – Melipal (Argentina) que me acolheram nestes ambientes de trabalho e sempre estavam dispostos a me ajudar.

Aos professores da USP que me deparei ao longo da graduação e do mestrado, Claudia Munte, Cibelle Celestino, Cristiano Mattos, João Zanetic, José Schneider, Luis Carlos de Menezes, Maria Regina Kawamura, Valter Líbero, que muito ensinaram sobre física, ensino, história, política e me auxiliaram a descobrir minhas perguntas vitais e fundamentais que me motivam para seguir na pesquisa em ensino.

Aos amigos do mestrado e do corredor de ensino do IF-USP, Felipe, Fernando, Fernanda, Graciella, João Eduardo, Jorge, Juliano, Leandro Daros, Ligia, Leika, Lucélia, Marcília, Osvaldo, Renatinha, Soninha, Tassiana, Vitor que conviveram comigo em algum dia destes 3 últimos anos.

Aos “Amigos do Aloja”, Camila, Camarão, 3 horas, Latino, Pavel, Pescoço, Ritinha e todos aqueles que conviveram comigo durante em algum dia dos 4 anos que foram bem vividos em São Carlos. Vocês sempre souberam de meu sonho em ser doutora e aqui estou neste caminho...

À FAPESP pelo apoio financeiro aos dois projetos relacionados a esta pesquisa: Bolsa Regular - 2011/05536-0 e Bolsa de estágio de Pesquisa no Exterior (BEPE) - 2012/06096-7.

FERREIRA, F. P. A forma e os movimentos dos planetas: uma proposta para a formação do professor em Astronomia. 2013. 190 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, 2013.

RESUMO

O Sistema Solar é um dos temas da Astronomia mais abordados em sala de aula por professores de Ciências. Reconhecendo sua importância, nesta pesquisa buscamos investigar uma proposta de ensino-aprendizagem no tema "A forma e os movimentos dos planetas no Sistema Solar", que teve como eixo central a relação entre a observação cotidiana e os modelos científicos atualmente aceitos. Para ajudar na construção dessa proposta, analisamos os *Cadernos de Ciências da Proposta Curricular do Estado de São Paulo* e as teses e dissertações produzidas no Brasil nas últimas décadas, procurando investigar como estes materiais propõem atividades para o ensino-aprendizagem de conceitos de astronomia. Dialogamos com as ideias de Paulo Freire ao refletir sobre os significados da problematização, do diálogo, da atividade de Extensão Universitária e da importância da formação de sujeitos críticos para compreender o mundo que os cercam. Construímos uma proposta de ensino-aprendizagem com 12 atividades estruturadas a partir da metodologia dos *Três Momentos Pedagógicos* e realizamos intervenções em um curso para a formação de professores, com o caráter de extensão universitária, oferecido pela Universidade de São Paulo. O objetivo da proposta elaborada foi desenvolver o senso crítico ao relacionar a observação cotidiana com os modelos científicos atualmente aceitos, que geralmente são ensinados em sala de aula. Os dados obtidos na aplicação desta proposta foram analisados com base em três grandes categorias gerais que tinham como focos principais avaliar a percepção das limitações da observação imediata e ingênua e a contradição entre esta e o modelo científico. Os resultados parecem indicar que uma parte dos professores não percebeu a contradição aparente entre a forma da Terra observada no cotidiano e a forma descrita no modelo. Os que percebiam, forneciam argumentos com base em noções de referencial e de escalas e proporção. Embora metade dos professores de nossa amostra tenha percebido esta contradição, a maior parte deles não consegue explicar esta percepção com argumentos científicos ou astronômicos. Na problematização dos movimentos observáveis, todos os professores perceberam a contradição aparente entre o movimento do Sol e os movimentos da Terra aceitos atualmente no modelo. Ainda que apresentassem muitas dificuldades em justificar as razões disso, os professores usaram noções de observação de outros astros e planetas para justificar o modelo. Ao final do curso, percebemos que os professores apresentaram nos debates do tipo *Júri Simulado* uma série de argumentos trabalhados ao longo do curso, o que parece indicar que, após as atividades, eles passaram a argumentar de maneira menos ingênua sobre as relações entre a observação cotidiana e o modelo. Embora reconheçamos as limitações da proposta apresentada, esta parece se mostrar uma alternativa de grande potencial para intervenções na formação de professores que busquem trabalhar além do conhecimento presente nos materiais didáticos, promovendo um diálogo constante entre o conhecimento astronômico e os aspectos vivenciáveis no cotidiano.

Palavras-chave: ensino de astronomia; forma e movimentos dos planetas; Sistema Solar; Três Momentos Pedagógicos; Proposta de Ensino.

ABSTRACT

The Solar System is one of the most discussed topics of Astronomy in science classes. Recognizing its importance, this study investigates a teaching-learning proposal about "the shape and movements of the planets in the Solar System" which focus on the relationship between daily observation and scientific models currently accepted. We analyze the sciences curriculum proposal of the State of São Paulo and theses and dissertations produced in Brazil in recent decades, describing how these materials propose activities for teaching and learning about astronomy. We have dialogued with the ideas of Paulo Freire in order to reflect on the meanings of “problematization”, dialogue, university extension and the importance of educating critical subjects to understand the world around them. We created a teaching and learning proposal with 12 structured activities based on the methodology of Three Pedagogical Moments and interventions conducted in a course for the training of teachers, with the character of university extension, offered by the University of São Paulo. The objective of this proposal was develop a critical sense of the subjects relate to everyday observation with currently accepted scientific models, which are usually taught in the classroom. The data obtained in the implementation of this proposal were analyzed based on three main general categories that had as main focus to evaluate the perception of contradiction and limitations of immediate and naive observation and the scientific model. The results seem to indicate that some of the teachers do not realize the apparent contradiction between the Earth's shape observed in everyday life and as described in the model. Those who perceived provided arguments based on notions of reference and scales and proportion. Although half of the teachers in our sample have noticed this contradiction, most of them can not explain this perception with astronomical or scientific arguments. In questioning the observable movements, all teachers realized the contradiction between the apparent motion of the Sun and the Earth in the movements currently accepted model. Although presented many difficulties in justifying the reasons that many teachers have used notions of observation of other astronomical bodies and planets to justify the model. At the end of the course, we realize that the teachers presented in the discussions of the type Simulated Jury worked a series of arguments along the course, which seems to indicate that after the activities, they began to argue less naive way relations between everyday observation model. While we recognize the limitations of the proposal, this seems to show a great potential for alternative interventions in teacher seeking work beyond the present knowledge in textbooks, promoting an ongoing dialogue between the astronomical knowledge and aspects in daily life.

Key words: teaching of astronomy; shape and movements of planets; Solar System; Three Pedagogical Moments; teaching and learning proposal

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3MP	Três Momentos Pedagógicos
CESP	Currículo do Estado de São Paulo
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
IAU	International Astronomical Union
IFUSP	Instituto de Física da Universidade de São Paulo
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCESP	Proposta Curricular do Estado de São Paulo
SA	Situação de Aprendizagem
USP	Universidade de São Paulo
U.A.	Unidade Astronômica

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico que evidencia o percentual dos professores-cursistas nos níveis de ensino 27

Figura 2 - Gráfico que evidencia a proporção da formação dos professores-cursistas..... 28

Figura 3 - Fotografia de diversos momentos de um eclipse lunar total 58

Figura 4 - Esquema com dois observadores em localidades distintas da Terra observando a estrela polar norte. 59

Figura 5 - Esquema de um observador visualizando o desaparecimento de um navio no horizonte do mar, em que as partes vão desaparecendo aos poucos..... 60

Figura 6 - Esquema do movimento retrógrado de Marte entre Áries e Touro..... 63

Figura 7 – Imagem da Terra..... 177

Figura 8 - Terra vista de um observador na Lua 178

Figura 9 - Imagem da Terra em fases 178

Figura 10 - Foto da Terra desde um avião 179

Figura 11 - Foto da Terra e da Lua vista do espaço..... 179

Figura 12 - Marte vista da Terra 180

Figura 13 - Superfície de Marte fotografada pela sonda Viking 180

Figura 14 - Superfície da Terra à esquerda e de Marte à direita..... 181

Figura 15 - Superfície de Marte fotografada pela sonda Opportunity..... 182

Figura 16 - Fotografia panorâmica de Marte 183

Figura 17 - Pôr do Sol em Marte 183

Figura 18 - Fotografia da Terra sem os oceanos..... 184

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1.1 - Contexto geral dos trabalhos que realizaram intervenções de astronomia na formação continuada de professores....26

Tabela 1.1.2 - Amostra de trabalhos que realizaram intervenções na Formação Inicial de professores....29

Tabela 1.2.1 - Os conteúdos de Astronomia, segundo as categorias elaboradas, propostos pelos autores estudados....31

Tabela 1.3.1 - Relação dos conteúdos de astronomia e estratégias utilizadas para a abordagem de cada conteúdo....33

Tabela 2.2.1 - Resultados da análise dos Cadernos de Ciências da Proposta Curricular do Estado de São Paulo no tema Planeta Terra....45

Tabela 5.1.1 – Atividades sobre a forma dos planetas estruturadas nos 3MP....89

Tabela 5.1.2 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 1....91

Tabela 5.1.3 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 2....92

Tabela 5.1.4 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 3....94

Tabela 5.1.5 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 4....95

Tabela 5.1.6 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 5....97

Tabela 5.1.7 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 6....98

Tabela 5.1.8 - Atividades sobre os movimentos dos planetas estruturadas nos 3MP....99

Tabela 5.1.9 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 7....101

Tabela 5.1.10 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 8....102

Tabela 5.1.11 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 9....104

Tabela 5.1.12 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 10....104

Tabela 5.1.13 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 11....106

Tabela 5.1.14 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 12....107

Tabela 5.2.1 - Cronograma planejado para a 1ª intervenção do curso *"Astronomia no Ensino de Ciências: da observação aos modelos"*....110

Tabela 5.3.1 - Cronograma planejado para a 2ª intervenção do curso *"Astronomia no Ensino de Ciências: uma proposta inspirada na pedagogia de Paulo Freire"*....112

Tabela 6.1.1 - Questões propostas como *problematizações iniciais* nas atividades de forma da Terra e Movimentos dos Planetas....117

Tabela 6.1.2 - Questões propostas como *síntese* das atividades da forma da Terra e movimentos dos planetas....118

Tabela 6.2.1 - Dados do Questionário Inicial *O professor e a Astronomia*....120

Tabela 6.3.1 - Categorias e Subcategorias construídas para análise da Questão 1....124

Tabela 6.3.2 - Argumentos da categoria 1, da atividade 1, classificados nas respectivas subcategorias 127

Tabela 6.3.3 - Argumentos da categoria 2, da atividade 1, classificados nas respectivas subcategorias 128

Tabela 6.3.4 - Argumentos da categoria 3, da atividade 1, classificados nas respectivas subcategorias 130

Tabela 6.3.5 - Categorias e Subcategorias construídas para análise da Questão 6 132

Tabela 6.3.6 - Argumentos da categoria 1, da atividade 6, classificados nas respectivas subcategorias 134

Tabela 6.3.7 - Argumentos da categoria 2, da atividade 6, classificados nas respectivas subcategorias 135

Tabela 6.3.8 - Argumentos da categoria 3, da atividade 6, classificados nas respectivas subcategorias 136

Tabela 6.4.1 - Categorias e Subcategorias construídas para análise da Questão 7 140

Tabela 6.4.2 - Argumentos na categoria 1, atividade 7, classificados nas respectivas subcategorias 142

Tabela 6.4.3 - Argumentos na categoria 2, da atividade 7, classificados nas respectivas subcategorias 144

Tabela 6.4.4 - Categorias e Subcategorias construídas para análise da Questão 12 146

Tabela 6.4.5 - Argumentos da categoria 1, atividade 12, classificados nas respectivas subcategorias 148

Tabela 6.4.6 - Argumentos da categoria 2, da atividade 12, classificados nas respectivas subcategorias 149

Tabela 6.4.7 - Argumentos da categoria 3, atividade 12, classificados nas respectivas subcategorias 150

SUMÁRIO

RESUMO **7**
ABSTRACT **8**
Introdução **16**
Justificativas para a escolha do tema 18
Estrutura da Dissertação 21
Capítulo 1 ..... **23**
Um estudo das teses e dissertações do Brasil que propõem intervenções na formação de professores **23**
1.1. Contexto das Propostas 25
1.1.1. Formação continuada 25
1.1.2. Formação inicial 29
1.2. Os conteúdos de astronomia propostos 30
1.3. Estratégias das atividades presentes nas pesquisas 32
1.3.1. Modelos didáticos e representação de desenhos 34
1.3.2. Uso de tecnologias, softwares e planetários 35
1.3.3. Observações do céu diurno ou noturno 36
1.3.4. Oficinas de construção de instrumentos 37
1.3.5. Debates e discussões em grupo 37
1.3.6. Atividades de leitura 38
1.4. Algumas considerações 39
Capítulo 2 ..... **41**
Cadernos de ciências da proposta curricular do estado de São Paulo e a Astronomia **41**
2.1. O contexto do Currículo do Estado de São Paulo 41
2.2. O "planeta Terra" nos cadernos de Ciências da Proposta Curricular do Estado de São Paulo: forma, localização e gravidade 44
2.1.1. Forma 46
2.1.2. Terra no espaço cósmico 48
2.1.3. Gravidade 49
2.3. Os "movimentos dos planetas" nos cadernos de Ciências da Proposta Curricular do Estado de São Paulo 51
2.4. Algumas considerações 53
Capítulo 3 ..... **56**
Conceitos de Forma e Movimentos dos planetas do Sistema Solar: uma visão física e histórica **56**
3.1. Discussões acerca da visão física e astronômica 56
3.1.1. A Terra é esférica ou plana? 57
3.1.2. A Terra se movimenta ou está parada? 61
3.2. Introdução acerca da perspectiva histórica 66
3.2.1. A esfericidade da Terra: de Aristóteles a Newton 66
3.2.2. Os movimentos nos modelos Heliocêntrico e Geocêntrico 69

Capítulo 4 ..... **73**
A pedagogia de Paulo Freire que nos inspira **73**
4.1. Problematizações e Diálogos 73
4.2. *Extensão ou Comunicação*? Traçando uma possível analogia entre professor-agricultor e aluno-camponês 77
4.3. Seria a extensão universitária uma atividade extensionista? 78
4.4. Os "Três Momentos Pedagógicos" e a Astronomia 80
Capítulo 5 ..... **85**
Propostas e Intervenções **85**
5.1. A proposta do curso 86
5.1.1. Primeiros Passos e Questionário Inicial 87
5.1.2. Atividades de Forma dos Planetas 88
5.1.3. Atividades de Movimentos dos Planetas 99
5.2. Primeira intervenção: o curso piloto 107
5.3. Segunda intervenção: o curso analisado 111
5.4. Algumas considerações 113
Capítulo 6 ..... **114**
Resultados e Análises **114**
6.1. Explicitando a Metodologia de análise dos dados 115
6.1.1. Caracterizando o observador participante 115
6.1.2. Materiais de análise do curso 116
6.2. Percepções sobre o perfil dos professores cursistas 118
6.3. Percepções da Forma dos planetas 122
6.3.1. Contradições entre a observação e o modelo para a forma 124
6.3.2. Limitações da observação para perceber a forma nos modelos 132
6.3.3. Analisando as percepções da forma dos planetas 137
6.4. Percepções dos Movimentos dos Planetas 139
6.4.1. Contradições entre a observação e o modelo para os movimentos 140
6.4.2. Limitações da observação para perceber os movimentos nos modelos 145
6.4.3. Analisando as percepções dos movimentos dos planetas 151
6.5. Percepções nos Debates "Júri Simulado" 153
6.5.1. Debatendo se a Terra é plana ou esférica? 154
6.5.2. Debatendo se a Terra se move ao redor do Sol ou ao revés? 157
6.5.3. Analisando os argumentos apresentados nos debates 161
Capítulo 7 ..... **163**
Considerações Finais **163**
Referências **169**
ANEXOS **176**

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Imagens utilizadas na atividade 1 177

ANEXO B – Imagem utilizada na atividade 3 184

ANEXO C – Texto utilizado na atividade 11: Influência do contexto social e cultural nas primeiras observações do céu 185

ANEXO D – Texto utilizado na atividade 0: Introdução à metodologia dos "Três Momentos Pedagógicos" 188

ANEXO E – Questionário *O professor e a Astronomia*..... 190

INTRODUÇÃO

Como é o planeta em que vivemos? Como são os demais planetas de nosso Sistema Solar? Como observamos nosso planeta? Como observamos os demais planetas? Por que a Terra é redonda, embora observamos um plano "abaixo de nossos pés"? Por que dizemos que os demais planetas são esferas, embora observamos no céu pontos? Por que a Terra é redonda, se não "saímos rolando" desta? Por que a Terra é quem gira ao redor do Sol, e não o Sol ao redor da Terra?

Como respondemos estas e diversas outras perguntas inerentes à angústia do homem no mundo? Desde os primórdios de nossas vidas queremos saber de onde viemos, para onde vamos, onde estamos no Universo. Responder estas perguntas não se trata de algo trivial.

Hoje em dia quase todo adulto sabe que a Terra e os demais planetas do Sistema Solar são esféricos e que possuem movimentos no espaço, um deles, ao redor do Sol. Em geral, este conhecimento advém através de diversos meios de informação e comunicação, como jornais e revistas de divulgação científica. No entanto, acreditar que a Terra é redonda ou que os planetas do Sistema Solar giram ao redor do Sol (movimento de revolução) ou em torno de si mesmos (movimento de rotação), sem saber as justificativas científicas, históricas ou mesmos observacionais, são exemplos de saberes e posturas comumente encontradas.

Dizer simplesmente que a Terra e os demais planetas do Sistema Solar são esféricos ou que ambos possuem movimentos de translação e rotação são exemplos de "chavões" comumente encontrados em falas de professores, estudantes e pessoas em geral quando se referem a assuntos de astronomia. Afirmar estas frases sem explicações científicas e aprofundadas associa-se a uma visão dogmática da ciência e que pouco apresenta correlações com nossas vidas cotidianas.

Em geral, poucos são aqueles que se questionam durante a trajetória escolar porque a Terra é esférica ou por que a mesma gira ao redor do Sol, por exemplo. O que parece um tanto quanto "estranho", visto que tais afirmações apresentam grande contradição com nossas observações cotidianas, a olho nu, que certamente não evidenciam que a Terra é esférica ou que a mesma translada ao redor do Sol.

Acreditamos que confrontar os modelos científicos atualmente aceitos com nossas observações cotidianas pode ser uma interessante estratégia para contribuir com o ensino de

Ciências e, por sua vez, de Astronomia, menos dogmático e mais conectado com fenômenos que presenciamos em nossas vidas.

Embora temas como a esfericidade da Terra e os modelos heliocêntrico ou geocêntrico tenham sidos problematizados pelo ser humano ao longo da história, principalmente na história antiga, atualmente podemos inferir que este problema é desconhecido por grande parte da população em geral. Saber justificar cientificamente e apresentar argumentos racionais encontrados ao longo da história que justificavam a forma esférica dos planetas e os movimentos de rotação e revolução dos mesmos não são tarefas triviais. Cabe então nos questionar:

Quais características podem ter as estratégias didáticas para que promovam questionamentos e um olhar crítico sobre os argumentos físicos e históricos relacionados aos conceitos de forma e movimentos dos planetas do Sistema Solar?

Acreditamos que é necessário discutir, questionar e problematizar as teorias físicas encontradas ao longo da história da humanidade que se apresentam relacionadas com este tema, buscando desmistificar posturas dogmáticas que tangem o conhecimento astronômico.

É, sobretudo, nesse sentido que a presente proposta visa problematizar e questionar a observação da forma e dos movimentos dos planetas do Sistema Solar e as relações que estes apresentam com fenômenos astronômicos presenciados em nosso cotidiano em uma proposta para a formação de professores de Ciências em Astronomia.

Nesta introdução, buscaremos situar sua importância ao dialogar com as diretrizes curriculares atualmente vigentes no Brasil (Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs) e em São Paulo (Proposta Curricular do Estado de São Paulo - PCESP) e com pesquisas recentes da área de Educação em Astronomia, que apontam resultados motivadores, aos quais aderimos como ponto de partida. Em seguida, apresentaremos alguns argumentos pessoais que nos motivaram e, de certa maneira, justificam nossas escolhas que culminaram no desenho da investigação, evidenciando assim alguns aspectos de nossa “visão de mundo”. Por fim, apresentaremos a estrutura deste descrevendo em linhas gerais do que se tratam os capítulos que serão desenvolvidos ao longo das páginas seguintes.

JUSTIFICATIVAS PARA A ESCOLHA DO TEMA

O Sistema Solar é um dos temas da Astronomia mais presentes nos currículos nacionais e nos livros didáticos de Ciências que tratam de temas deste conhecimento (LEITE & HOSOUME, 2009). Porém, a presença efetiva nas diretrizes nacionais não garante que este tema seja abordado em sala de aula ou então que seja ensinado de maneira significativa para os estudantes.

Temas como estações do ano, fases da Lua, rotação e translação da Terra podem até estarem presentes em sala de aula, porém a forma mais comum de ensinar estes conceitos é através da memorização. Enunciados vazios de significados são, em geral, repetidos por alguém que aprendeu também através da memorização de chavões (BISCH, 1998).

A importância de questionar e problematizar nas aulas de Ciências assuntos da astronomia vai ao encontro de um objetivo mais geral da proposta dos PCNs (BRASIL, 1999) e da PCESP (SÃO PAULO, 2008). Os PCNs de *Ciências da Natureza* propõem os temas forma e movimento dos planetas para as aulas de Ciências do terceiro e quarto ciclo do ensino fundamental.

O aspecto contemplativo da observação do céu pode ser também um viés motivador para o ensino desta ciência em sala de aula. O prazer desta ação pode impulsionar milhares de pessoas a buscarem compreender conceitos de astronomia muitas vezes divulgados pela mídia em geral.

Em todo o eixo estruturador “Terra e Universo” proposto pelos PCNs há destaque para a importância da observação do céu ser tratada nas aulas de Ciências junto aos conteúdos da Astronomia. Em específico, quando voltamos nosso olhar para alguns conteúdos de astronomia, como estações do ano, fases da Lua, dia e noite, estes são sugeridos a partir de atividades de observação do céu. No entanto, diversos problemas permeiam a prática desta atividade nas aulas de ciências, como: a dificuldade em realizar uma leitura do céu, percebendo a localização dos astros; a dificuldade em compreender as relações entre os movimentos da Terra e dos demais astros; a ausência de atividades desta natureza na formação do professor, dentre outras (BRETONES, 2006).

Há também uma dificuldade inerente à própria natureza da observação terrestre, visto que nossa percepção do céu é limitada, pois observamos grande parte dos fenômenos astronômicos a partir do ponto de vista fixo na Terra, o que nos leva a uma percepção dos objetos em duas dimensões ou de um movimento “aparente” destes astros. Para termos uma

percepção tridimensional do universo pela observação direta do céu, por exemplo, seria necessário viajar pelo universo e se movimentar, percebendo que os planetas e estrelas são esféricos.

Há ainda inúmeras contradições aparentes que surgem ao compreendermos as relações entre o que observamos no céu e os modelos astronômicos atualmente aceitos. Por exemplo, há a contradição entre o movimento "aparente" do Sol, que observamos todos os dias a partir de um referencial na superfície da Terra, e o modelo Heliocêntrico, que tem como pressuposto que a Terra e os planetas se movimentam ao redor do Sol no centro do Sistema Solar.

Esses aspectos mais profundos do conhecimento astronômico observável e vivenciável pelo ser humano exige um esforço para compreender as relações entre os diversos fenômenos astronômicos que presenciamos em nosso cotidiano, como as estações do ano, os eclipses, a existência do dia e da noite, a aparência variável do céu noturno, dentre outros, e os conceitos a forma e os movimentos dos planetas atualmente aceitos pela ciência.

Sendo assim, concordamos com os PCNs quanto à necessidade de se apresentar a forma esférica da Terra e relacioná-la, por exemplo, com o clima em diferentes locais do planeta:

> Quanto à forma esférica, é interessante investigar como os raios solares atingem o planeta: mais próximos de uma perpendicular à superfície na região entre os dois trópicos, e mais obliquamente nas regiões mais próximas aos polos, o que implica distribuição da luz e calor de forma diferenciada nestes locais. Assim, temos diferentes zonas climáticas: duas regiões polares frias, uma equatorial quente e duas regiões intermediárias tropicais (BRASIL, 1998 p. 66).

Ou então quando propõe estimular a reinterpretação crítica do papel da observação na Astronomia no caso dos movimentos dos planetas:

> Certamente os alunos manifestam a contradição entre o que observam no céu - o movimento do Sol tomando-se o horizonte como referencial - e o movimento de rotação da Terra, do qual já tiveram notícia. As dúvidas dos alunos, contudo, podem ser o ponto de partida para se estabelecer uma nova interpretação dos fenômenos observados (BRASIL, 1998 p. 62).

A presença de discussões em pesquisas da área de Educação em Astronomia também nos fornece um amplo caminho a ser trilhado para compreensão da relação entre a observação do céu e os modelos científicos. Em particular, ao associar a maneira como percebemos o espaço cósmico com os conceitos científicos torna-se imprescindível discutir a questão da

observação dos planetas na forma bidimensional e relacionar esta observação ao conceito de forma esférica destes astros, aceito atualmente pela ciência.

No Currículo do Estado de São Paulo (CESP) notamos a ampla presença de atividades que exploram alguns aspectos da espacialidade em boa parte nos cadernos de Ciências do ensino fundamental (MATIAS e LEITE, 2011).

Nas situações de aprendizagem propostas nesses cadernos encontramos estratégias que discutem a proporção, a profundidade e o papel do referencial junto aos principais temas da astronomia sugeridos pelos PCNs. No caso da forma da Terra, por exemplo, embora grande parte das atividades se proponha ao uso de modelos tridimensionais com bolas de isopor e lanternas, há uma escassez de propostas de observação direta do céu na perspectiva da sua relação com os modelos (FERREIRA e LEITE, 2011).

Além das diretrizes nacionais, observamos a presença na mídia atual e pessoas em geral com imensa curiosidade sobre alguns dos conteúdos abordados em sala de aula, como estações do ano, eclipses, buracos negros, expansão do Universo, a mudança de categoria de Plutão para planeta anão (MARCHI et al., 2012), dentre outros.

Uma discussão interessante acerca da representação espacial de elementos aparece em questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), onde uma questão analisada por Leite (2006) mostra que, até mesmo um exame dessa natureza, apresenta problemas com relação a questão da terceira dimensão do movimento de luas e planetas.

Vemos que conteúdos como esses necessitam de conhecimentos que permitam ir além das informações da mídia, explorando conceitos de maneira mais profunda e evidenciando de maneira explícita as relações que estes possuem com elementos da espacialidade, como é o caso da terceira dimensão, do referencial, da observação por partes (LEITE, 2006).

A dimensão espacial também é um conceito de extrema importância para a construção da visão de mundo associada à gravidade (CAMINO, 2006). Compreender a forma e dos movimentos dos planetas não envolve somente uma mudança de olhar, uma mudança de referencial ou perspectiva, envolve também um pensar sobre a gravidade.

Alguns resultados indicam que estudantes e professores que concebem a Terra na forma esférica, de acordo como aceitamos atualmente, apresentam ainda dificuldades para localizar os objetos em nosso planeta e representar a direção da gravidade corretamente (NUSSBAUM e NOVAK, 1976; MALI e HOWE, 1979; NARDI e CARVALHO, 1996; CAMINO 2009).

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Na primeira parte apresentamos o que chamamos de **fundamentos** da dissertação, que contém os capítulos que dão a base de fundamentação conceitual (física, astronômica e histórica e educacional) e situa este trabalho na área de conhecimento de ensino de ciências. Estes estudos subsidiaram a construção da proposta de ensino-aprendizagem de enfoque.

- **CAPÍTULO 1 – UM ESTUDO DAS TESES E DISSERTAÇÕES DO BRASIL QUE PROPÕE INTERVENÇÕES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES** situa esta pesquisa frente às demais encontradas no Brasil e indica caminhos de estratégias de ensino que podem ser percorridos ao revisar as teses e dissertações que tratam da temática formação de professores de Astronomia e que realizaram intervenções as quais serviram de objetos de investigação para tais pesquisas

- **CAPÍTULO 2 – CADERNOS DE CIÊNCIAS DA PROPOSTA CURRICULAR DO ESTADO DE SÃO PAULO E A ASTRONOMIA** apresenta uma análise das atividades do Currículo do Estado de São Paulo para o tema forma e movimentos dos planetas do Sistema Solar. O fato de esta pesquisa se dar no contexto da cidade de São Paulo optamos por analisar como este tema está sendo proposto neste estado. Por meio desta análise foi possível evidenciar algumas possibilidades e exemplos de como podemos (ou não) ser proposta uma atividade que trata deste tema.

- **CAPÍTULO 3 – CONCEITOS DE FORMA E MOVIMENTOS DOS PLANETAS DO SISTEMA SOLAR: UMA VISÃO FÍSICA E HISTÓRICA** procura-se por em evidência os conceitos de forma e movimentos dos planetas, tanto na perspectiva física quanto na perspectiva histórica, na intenção de mostrar alguns conhecimentos científicos que fundamentaram a proposta de intervenção;

- **CAPÍTULO 4 – A PEDAGOGIA DE PAULO FREIRE QUE NOS INSPIRA,** apresentamos uma discussão acerca das ideias de Paulo Freire que explicitam e fundamentam nossa filosofia de educação e de formação de professores (principalmente quando traçamos uma discussão acerca do termo *Extensão* tanto no contexto da extensão universitária quanto no livro *Extensão ou Comunicação*) e definem o referencial metodológico que guia a estrutura das atividades propostas;

Na segunda parte, apresentamos **o desenho e a aplicação da investigação**, em que são explicitados os caminhos desta investigação e encaminhamentos do objeto central desta pesquisa:

- **CAPÍTULO 5 – PROPOSTAS E INTERVENÇÕES** em que são apresentados os encaminhamentos das 12 atividades desenvolvidas e propostas para o curso de formação continuada de professores, cuja sua primeira versão foi desenvolvida no mês de julho de 2012 e a segunda versão (analisada nesta pesquisa) se deu em julho de 2013.

Na terceira parte, apresentamos os **resultados e avaliação** da proposta de ensino-aprendizagem, objeto central desta pesquisa, buscando dar elementos para responder às perguntas de investigação propostas:

- **CAPÍTULO 6 – RESULTADOS E ANÁLISES** são apresentados os resultados obtidos com a aplicação da proposta construída e uma análise da mesma, visando promover uma discussão sobre a maneira como os professores relacionam os fenômenos e eventos observados com os modelos científicos atualmente aceitos.

- **CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS** são apresentadas algumas considerações acerca dos objetivos desta pesquisa, buscando fornecer subsídios para repensar as propostas de ensino-aprendizagem que trabalham com o tema forma e movimentos dos planetas do Sistema Solar.

Por fim, apresentamos as **referências** mencionadas ao longo do texto e os **anexos**, que contemplam o material utilizado na aplicação da proposta.

CAPÍTULO 1

UM ESTUDO DAS TESES E DISSERTAÇÕES DO BRASIL QUE PROPÕEM INTERVENÇÕES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Sendo um dos objetivos desta dissertação, propor, aplicar e avaliar um curso de Astronomia para a formação do professor de Ciências do ensino fundamental, este capítulo procura evidenciar **como** são construídas propostas didáticas para a formação de professores em Astronomia. Ainda, buscamos neste primeiro capítulo contextualizar esta pesquisa dentro da área de estudo, situando esta dissertação dentre aquelas que foram produzidas ao longo da história do ensino de Astronomia no Brasil.

Desde a primeira tese sobre ensino de astronomia encontrada em 1973, o número de teses e dissertações desta área cresce após a década de 90, indo de 2 para 16 pesquisas em 2002, das quais, 7 delas têm como objetivo investigar as *concepções* sobre temas da astronomia enquanto que apenas 4 tratam da temática formação de professores (BRETONES E MEGID NETO, 2005).

Já nos últimos sete anos, em eventos como o *Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)* e as reuniões anuais da *Sociedade Astronômica Brasileira (SAB)*, as publicações em ensino de astronomia passam de 15, entre 2001 e 2002, para 39, entre 2007 e 2008 (CASTRO et al. 2009). Nesses eventos, a temática mais pesquisada pelos trabalhos de ensino de astronomia é a de *concepções*, assim como nas teses e dissertações encontradas por Bretones e Meg id Neto (2005).

Em eventos internacionais, o cenário não é diferente. Os trabalhos que tratam de questões do ensino de astronomia apresentados nos colóquios destinados a discussões sobre educação da *International Astronomical Union* (IAU), maior organização internacional de pesquisadores em astronomia, somam-se cerca de 300 publicações entre os anos 1988 e 2006 (BRETONES E MEGID NETO, 2011).

Frente ao espaço que a pesquisa em ensino de astronomia vem ganhando no cenário mundial, realizar um estudo crítico da produção pode ter um caráter reflexivo sobre as particularidades da produção da área no período analisado, além de poder auxiliar a direcionar os trabalhos de pesquisa de pós-graduação e os avanços na formação de pesquisadores e professores do país.

Visando compreender **como** as pesquisas de pós-graduação produzidas no Brasil apresentam **propostas de ensino-aprendizagem** para a formação de professores em astronomia, analisaram-se teses e dissertações produzidas até 2011, procurando responder as seguintes questões centrais:

- ✓ *Quais as dissertações e teses que tratam da temática formação de professores em astronomia?*
- ✓ *Quem são os professores publico alvo de tais trabalhos?*
- ✓ *Como são propostos os conteúdos de astronomia para o ensino-aprendizado de professores?*

Inicialmente, a busca pelos trabalhos de interesse se deu a partir da consulta nos *Banco de Teses e Dissertações da CAPES* e *Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia*, principais sites de buscas de teses e dissertações no Brasil, sendo o segundo, um banco somente com trabalhos de pesquisa em ensino de astronomia. Através da ferramenta de busca disponível nos sites mencionados, buscou-se pelas palavras mais gerais, *"Ensino de Astronomia"*, *"Educação em Astronomia", "Ensino de Cosmologia"* no campo dos títulos, nos resumos e palavras-chaves, o que resultou em cerca de 100 trabalhos.

Em seguida, procurou-se por aqueles trabalhos que tratavam de algum tema relacionado à formação de professores, selecionando-os a partir de termos como "aperfeiçoamento de professores", "concepção do professor", "formação continuada de docentes", "licenciatura", "formação inicial do docente", "formação continuada de professores", "formação de professores" e "qualificando professores", o que resultou em 23 trabalhos encontrados.

Os trabalhos encontrados que tratam da temática *Formação de Professores em Astronomia* correspondem a cerca de 20% do total das pesquisas de teses e dissertações do Brasil que tratam do ensino de Astronomia, o que indica a grande presença da temática formação de professores na área de ensino de astronomia, em comparação as demais temáticas. Tais trabalhos permitiram uma visão geral das pesquisas no âmbito da pós-graduação sobre a formação de professores em Astronomia no período entre 1973 e 2011.

No entanto, visando os objetivos centrais desta pesquisa, procuramos delimitar os trabalhos que seriam estudados e assim compreender *como as pesquisas apresentadas nas teses e dissertações do Brasil, que tratam das temáticas formação de professores e Astronomia, realizaram intervenções a partir de cursos de formação inicial ou continuada?*

Assim, os 23 trabalhos de pesquisa encontrados foram submetidos aos seguintes critérios de exclusão: (1) trabalhos que não realizaram propostas de atividades e de cursos sendo que, em geral, obtiveram os dados de pesquisa a partir de entrevistas ou questionários (foram excluídos 6 trabalhos); (2) trabalhos que apresentaram propostas teóricas, mas que não realizaram intervenções, ou seja, que não aplicaram suas propostas (foram excluídos 2 trabalhos). Houve ainda 2 trabalhos que, no momento desta pesquisa, foram encontrados apenas seus resumos e títulos nos bancos de buscas porém, não foi possível detectar a versão digital ou a impressa destas pesquisas. Outros 2 trabalhos não apresentaram no corpo da dissertação ou tese as atividades que utilizaram na intervenção, ou então uma descrição das mesmas, o que levou a não considerarmos tais pesquisas neste estudo.

Dentre os 23 trabalhos que tratam da temática foram selecionados 11 trabalhos, dos quais apresentamos nas sessões seguintes um olhar para três aspectos: o contexto geral das pesquisas, apresentado na seção 1.1; os conteúdos propostos em tais trabalhos, apresentados na seção 1.2; e, por fim, as estratégias utilizadas para o ensino dos conteúdos propostos, apresentados na seção 1.3.

1.1. CONTEXTO DAS PROPOSTAS

Ao olharmos para aspectos gerais das pesquisas estudadas, duas características centrais distinguem os trabalhos em questão: aqueles que tratam de propostas para a formação continuada de professores e aqueles que realizaram propostas para a formação inicial. Na seção 1.1.1 são apresentados os resultados e uma discussão sobre os trabalhos de formação continuada e na seção 1.1.2, aqueles que tratam da formação inicial.

1.1.1. Formação continuada

Dentre os 11 trabalhos selecionados, 8 deles realizaram intervenções através de cursos de formação continuada, o que representa 73% dos trabalhos que realizaram intervenções. Na tabela 1.1.1, se encontram os trabalhos que realizaram cursos para a formação continuada do professor em Astronomia.

Em meio ao contexto geral dos trabalhos de formação continuada, identificamos inicialmente três características gerais: a formação dos professores que participaram destes cursos; as séries de atuação e as disciplinas que tais professores lecionam; e, por fim, a duração do curso.

Tabela 1.1.1 - Contexto geral dos trabalhos que realizaram intervenções de astronomia na formação continuada de professores

Autor	Duração do Curso	Quantidade e Disciplinas lecionadas pelos Cursistas	Quantidade e Formação dos Cursistas
NASCIMENTO (1990)	30 horas, 5 dias consecutivos, durante manhãs e tarde	21 Professores das séries iniciais do primeiro grau; 4 professores 2º grau 10 professores de ambos	2 Licenciatura Curta 22 Licenciatura plena 1 Licenciatura em Física 10 ambos
BISCH (1998)	50 horas presenciais e mais 30 horas de trabalho extra sala de aula, com a carga horária de 3 horas semanais no período noturno	20 Professores polivalente do Fundamental Ciclo I	Pedagogia e Magistério ou o antigo Normal
FURTADO (2005)	3 oficinas, realizadas em 3 dias entre abril e maio de 2004, durante a manhã	36 professoras de Ciências e Geografia Ensino Fundamental EJA	Pedagogia, Ciências Sociais, Geografia e Ciências
BRETONES (2006)	46 horas; março a julho, 14 aulas em sala e 2 sessões de observação do céu, horário das 14 h às 17h e observação após aula 46 horas no total	8 professores de Geografia e 4 de Ciências	4 em Geografia; 3 em Ciências Física e Biológicas; 2 em Ciências Sociais; 1 em História Natural; 1 em História e 1 em Estudos Sociais e Pedagogia
LEITE (2006)	30 horas, 5 dias consecutivos durante manhãs e tardes	12 professores de Ciências	8 formados em Biologia; 1 em Ciências; 1 em Física
GONZAGA (2009)	12 horas; 2 encontros com 3 horas pela manhã e 3 horas pela tarde	6 Geografia; 5 alfabetização; 4 Matemática, 4 Ciências e Biologia; 3 Física; 3 Ciências; 2 História; 1 Biologia; 1 Ciências, Biologia e Matemática; 1 Ciências e Matemática; 1 Matemática e Física; 1 Química; 1 Educação Física	8 em Biologia; 6 em Geografia; 6 em Matemática; 3 em Pedagogia; 3 em Física; 2 em Psicopedagogia; 2 em Química; 2 em História; 1 em Educação Física
IACHEL (2009)	33 horas, 11 sábados consecutivos, das 14 h às 17 h	13 Professores de Ensino Fundamental ciclo II – 5ª a 8ª série Ensino Médio	4 em Matemática; 2 em Geografia; 3 em Física; 1 em Ciências com habilitação em Matemática; 1 em Ciências com habilitação em Biologia; 1 em Ciências Biologias; 1 em Desenho Industrial
LANGHI (2009)	30 horas-aula, 10 encontros com carga horária de 3 horas	9 Professores dos anos iniciais do ensino fundamental e 2 finais; 4 na educação infantil , 1 ensino superior; 2 outras funções pedagógicas	1 História e Pedagogia; 2 em Ciências – habilitação em Biologia; 7 em Pedagogia; 2 Psicologia e Pedagogia;

Nas teses e dissertações em que foi possível obter informações referentes às disciplinas lecionadas pelos professores, verificamos que cerca de 20% (36 professores) lecionam nas primeiras séries do ensino fundamental, de 1ª a 4ª; 49% (74 professores) nas séries de 5ª a 8ª do ensino fundamental; 7% (11 professores) de Ensino Médio. Além disso, cerca de 20% (36 professores) são polivalentes de atuando em diversas séries de Educação de Jovens e Adultos (EJA). Tal proporção é apresenta na figura 2.

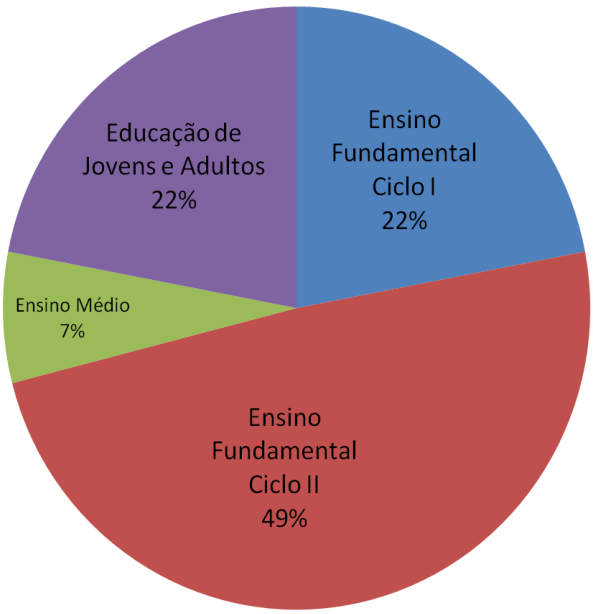

Figura 1 - Gráfico que evidencia o percentual dos professores-cursistas nos níveis de ensino

A proporção destes valores evidencia uma grande participação de professores de ensino fundamental de 5ª a 8ª série, nos cursos de intervenção, o que corresponde a cerca de 50% do público alvo dos cursistas. A presença de professores do ensino fundamental de 1ª a 4ª série, assim como de professores de Jovens e Adultos aparecem como o segundo público alvo de maior participação. Já no ensino médio, a pouca presença de professores é de certa forma curioso, visto a presença de temas de Astronomia nas diretrizes curriculares tanto de São Paulo (2008) quanto dos PCNs (1998) para as disciplinas de Física.

Dentre os professores de ensino fundamental de 5ª a 8ª séries, grande parte deles se concentra no ensino da disciplina de Ciências (32%, 25 professores), seguido daqueles que lecionam Geografia (18%, 14 professores) e Matemática (6%, 5 professores). A maior participação de professores de Ciências e Geografia pode estar atrelada às necessidades destes professores em lidar com temas de Astronomia em sala de aula, visto que, as orientações dos

PCNs (1998) propõem grande parte dos temas de Astronomia para tais disciplinas nas séries finais do ensino fundamental. Notamos ainda que entre a pequena parcela de professores do Ensino Médio, 54% (6 professores) lecionam Biologia e 46% (5 professores) Física, não tendo sido encontrados professores de Geografia, apesar de haver grande presença de temas de astronomia entre os conteúdos desta disciplina.

Quando voltamos nosso olhar para as diferentes titulações e formação destes professores, verificamos um espectro diversificado, percorrendo desde aqueles licenciados em cursos com grande potencial de tratar o ensino de Astronomia, como Geografia, Ciências e Física até professores formados em História, Estudos Sociais e Pedagogia. As proporções referentes à formação dos professores participantes de cursos encontram-se na figura 3.

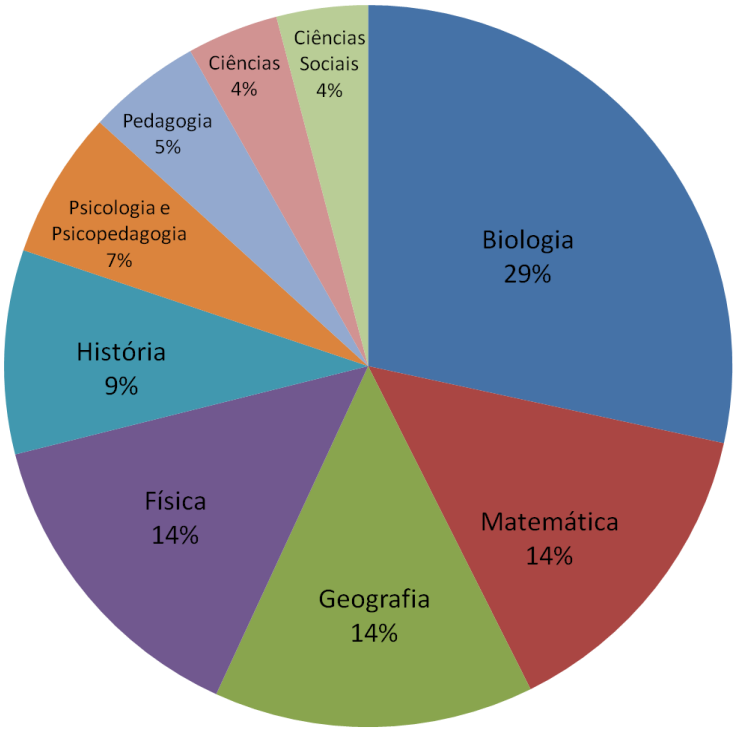

Figura 2 - Gráfico que evidencia a proporção da formação dos professores-cursistas

A maior parte dos professores é graduada em Ciências Biológicas (29%), seguindo daqueles em Matemática (14%), Geografia (14%) e Física (14%). Mesmo que grande parte dos professores atue lecionando na disciplina de Ciências, poucos professores são formados em licenciatura em Ciências (4%). No entanto, provavelmente vários dos professores que possuem graduação em Ciências Biológicas podem possuir também o titulo de graduado em licenciatura em Ciências, o que os torna apto a atuar também junto ao Ensino Fundamental.

Ainda dentre as disciplinas do Ensino Fundamental, percebemos também uma boa parte dos cursistas com formação em Geografia, uma das disciplinas que aborda também temas de Astronomia.

1.1.2. Formação inicial

Dentre os trabalhos que realizaram intervenções na formação de professores, encontramos 3 trabalhos que realizaram intervenções na formação inicial. Na tabela 4.2 apresentamos a duração total da intervenção, evidenciando em qual curso de licenciatura a intervenção foi realizada e, por fim, em qual disciplina regular do curso de licenciatura em questão foi realizada a intervenção.

Tabela 1.1.2 - Amostra de trabalhos que realizaram intervenções na Formação Inicial de professores

Autor	Duração da intervenção	Curso	Disciplina
GATTI (2005)	33 encontros (16 no primeiro semestre e 17 no segundo) de 4 horas semanais durante as noites	Licenciatura em Física	Prática em Ensino de Física V e VI (7º e 8º semestres)
DARROZ (2010)	8 encontros (entre abril e junho) 4 horas semanais durante as manhãs	Licenciatura em Física e Curso Normal	Curso de Extensão (7º semestre)
HENRIQUE (2011)	5 encontros com 2 horas semanais durante as noites	Licenciatura em Ciências	História das Ciências (7º e 8º semestres)

Dentre os trabalhos que realizaram intervenções na formação inicial do professor, foram encontrados 2 trabalhos que atuaram junto a disciplinas curriculares dos cursos de licenciatura em questão. Percebemos a tendência destes trabalhos acontecerem nos anos finais dos cursos de formação de professores, enquanto que são ausentes os trabalhos que propõem e realizam intervenções sobre temas de Astronomia nos primeiros anos dos cursos de formação de professores do Brasil.

Ainda com relação aos cursos de formação inicial, verificamos que um dos trabalhos analisados realizou a intervenção ao longo de todas as aulas das disciplinas em que a mesma ocorreu, ou seja, a intervenção foi realizada ao longo de duas disciplinas semestrais de um curso de licenciatura. Já os demais trabalhos realizaram uma intervenção pontual, sendo a intervenção proposta pelo autor do trabalho de pesquisa de dissertação apenas uma pequena parte da disciplina.

1.2. OS CONTEÚDOS DE ASTRONOMIA PROPOSTOS

Com o objetivo de traçar contextos gerais das pesquisas selecionadas, procurou-se identificar quais assuntos de Astronomia foram propostos nas intervenções realizados pelos trabalhos estudados. Verificamos um amplo espectro de temas, indo desde as características do planeta Terra, do Sol, do Sistema Solar, conhecimentos astronômicos mais explorados nas séries finais do ensino fundamental, até evolução estelar, formação das estrelas, teorias do Universo, leis de Kepler, leis de Newton e Cosmologia, temas mais presentes nas diretrizes e livros escolares do Ensino Médio.

Os conteúdos encontrados nas teses e dissertações foram organizados a partir de temas considerados de certa forma gerais no âmbito do conhecimento Astronômico.

- ***Astronomia Galáctica e Extragaláctica:*** composição da Via Láctea e de outras galáxias do Universo; constituição das galáxias.

- ***Astronomia de Posição:*** observação sistemática, descrição e registro das posições; movimentos e características dos corpos na esfera celeste; orientação e pontos cardeais; relação entre a contagem do tempo e o movimento anual; diferentes tipos de calendários; observação e orientação das constelações; astrofotografia.

- ***Características dos corpos do Sistema Solar:*** conhecimentos das características dos astros pertencentes ao Sistema Solar e de suas interações; modelos de Sistema Solar; comparação entre características físicas dos astros do Sistema Solar; formação do Sistema Solar; características do planeta Terra, evolução das estruturas internas e externas, da forma, do tamanho do Planeta Terra.

- ***Cosmologia:*** modelos de mundo por diferentes culturas e épocas; descrição do funcionamento do Universo como um todo; estudo do Universo como um todo; descrição dos modelos cosmológicos atuais de Universo; modelos do Big Bang e alternativos ao mesmo.

- ***Gravitação:*** estudo das leis físicas que regem os corpos no Universo, como as Leis de Kepler, Leis de Newton e a Relatividade; características da gravidade no planeta Terra; característica da gravidade no sistema Terra-Sol-Lua.

- ***História e Filosofia da Astronomia:*** evolução do conhecimento astronômico ao longo da história antiga, moderna e contemporânea; contribuições de personagens conhecidas como Copérnico, Galileu, Newton, Kepler, Einstein, Lemaître, Hubble e Gamow no desenvolvimento do conhecimento astronômico e cosmológico; evolução dos modelos de Sistema Solar ao longo da história; abordagem histórica dos modelos geocêntrico e heliocêntrico; universo estático e em expansão, Big Bang e teorias alternativas.

- ***Fenômenos do sistema Terra-Sol-Lua:*** conhecimentos sobre os movimentos do Sol, a Terra e a Lua; fenômenos causados por esses movimentos e por características desses astros, tais como: ciclo de dia e noite; estações do ano; horário de verão; fases da Lua; eclipses; marés; interações entre a Terra, o Sol e a Lua e os demais astros como outros planetas, cometas e corpos menores.

Na tabela 1.2.1 apresentamos os temas e conteúdos de astronomia, de acordo com as classificações enunciadas anterior, nas teses e dissertações estudadas.

Tabela 1.2.1 - Os conteúdos de Astronomia, segundo as categorias elaboradas, propostos pelos autores estudados

Autores	Conteúdos Propostos						
	Astronomia Galáctica	Astronomia de Posição	Características dos corpos do Sistema Solar	Cosmologia	Fenômenos do sistema Sol-Terra-Lua	Gravitação	História e Filosofia da Astronomia
Nascimento (1990)		■	■		■	■	
Bisch (1998)		■	■		■	■	
Furtado (2005)			■		■		
Gatti (2005)							■
Bretones (2006)	■	■	■	■	■		■
Leite (2006)	■	■	■		■	■	
Gonzaga (2009)			■	■	■		
Iachel (2009)			■		■		
Langhi (2009)			■		■	■	
Darroz (2010)	■	■	■	■	■	■	
Henrique (2011)				■			■

Todos os trabalhos estudados tratam mais de um conteúdo geral de astronomia. Os assuntos relacionados às características do Sistema Solar são explorados por grande parte dos trabalhos (cerca de 80% - 9 trabalhos).

Assuntos como características físicas dos astros do Sistema Solar e de suas interações, modelos de Sistema Solar, formação do Sistema Solar e características do planeta Terra são frequentemente explorados, assim como os conteúdos relacionados às interações entre o

sistema Sol-Terra-Lua, apresentando também aspectos dos fenômenos que surgem da interação destes astros, como fases da Lua, estações do ano, eclipses, dia e noite, dentre outros.

O segundo tema mais presente nos trabalhos de pesquisa analisados, (5 trabalhos - cerca de 50%), se trata de assuntos relacionados à *Gravitação*, como encontramos atividades que explorem o estudo de leis físicas, como Leis de Kepler, Leis de Newton e Relatividade, características da gravidade no planeta Terra e característica da gravidade no sistema Terra-Sol-Lua. Também verificamos em cinco dos trabalhos analisados propostas de atividades que tratam de conteúdos relacionados ao estudo de conteúdos relacionados à Astronomia de Posição, como a descrição e registro das posições, os movimentos e características dos corpos situados na esfera celeste, a orientação e os pontos cardeais, a relação entre a contagem do tempo e o movimento anual, os diferentes tipos de calendários, a observação e a localização das constelações, dentre outros.

Outros conteúdos de astronomia presentes nos trabalhos pesquisados são: Cosmologia (4 trabalhos), que envolve assuntos como modelos de mundo por diferentes culturas e épocas, descrição do funcionamento do Universo como um todo, estudo do Universo como um todo e descrição de modelos cosmológicos atuais; Astrofísica estelar e Astronomia Galáctica e Extragaláctica (3 trabalhos), que envolvem conhecimentos relativos às características dos modelos físicos atualmente aceitos pela ciência para a evolução e constituição das estrelas, da composição da Via Láctea e de outras galáxias do Universo, dentre outros; e por fim, História e Filosofia da Astronomia, como evolução do conhecimento astronômico ao longo da história antiga, moderna e contemporânea; contribuições de personagens conhecidas como Copérnico, Galileu, Newton, Kepler, Einstein, dentre outros, no desenvolvimento e evolução do conhecimento astronômico, evolução dos modelos de Sistema Solar ao longo da história; abordagem histórica dos modelos geocêntrico e heliocêntrico.

1.3. ESTRATÉGIAS DAS ATIVIDADES PRESENTES NAS PESQUISAS

Após identificar os conteúdos de astronomia nas teses e dissertações, passamos a analisar de que maneira foram propostas as atividades que envolvem esses conteúdos. Encontramos algumas estratégias recorrentes em cursos para a formação de professores estudados em teses e dissertações do Brasil, encontradas no período entre 1973 a 2011. Observamos mais do que uma estratégia de ensino em alguns dos conteúdos propostos nos

trabalhos selecionados e, com isso, muitas vezes relacionamos um mesmo conteúdo em diferentes estratégias de ensino.

A partir dos conteúdos de astronomia propostos na seção 1.2, elencamos conteúdos específicos que nos auxiliam organizar as estratégias propostas em cada conteúdo específico. Na tabela 4.4, apresentamos os conteúdos gerais e específicos, seguidos de uma discussão das estratégias de ensino utilizadas para abordar os conteúdos de Astronomia tratados.

Tabela 1.3.1 - Relação dos conteúdos de astronomia e estratégias utilizadas para a abordagem de cada conteúdo

Conteúdos de Astronomia		Estratégias					
		Atividades de Leitura	Debates em grupo	Modelos e desenhos	Observação do Céu	Oficinas de Instrumentos	Tecnologias
Astronomia Galáctica	Via Láctea						■
Astronomia de Posição	Medições					■	
	Constelações			■	■	■	■
Características do Sistema Solar	Sol				■	■	
	Terra	■	■	■			
	Planetas	■		■	■	■	■
	Luas	■		■	■	■	
	Cometas	■					
Cosmologia	Modelos de Universo	■	■	■			■
Gravitação	Atração Terrestre		■	■			
	Atração Solar			■			
História e Filosofia da Astronomia	Modelos de mundo	■					
	Personagens	■					
	Natureza da Ciência	■	■				
Fenômenos do Sistema Sol-Terra-Lua	Dia e Noite		■	■	■		
	Estações do Ano		■	■	■		
	Fases da Lua		■	■			
	Eclipses			■			
	Ciclos			■			

1.3.1. Modelos didáticos e representação de desenhos

Ainda que o ensino de astronomia perpasse a ideia de uma ciência relacionada aos estudos dos astros, e assim intimamente relacionada à observação do céu, encontramos diversos temas de Astronomia propostos a partir de atividades que representam por analogia os astros a partir de modelos tridimensionais e desenhos em duas dimensões. Dentre os temas abordados, verificamos que grande parte das atividades desta natureza aborda conhecimentos sobre o Sistema Solar, como o planeta Terra, os demais planetas do Sistema Solar e suas luas, e fenômenos, como dia e noite, estações do ano, fases da Lua e eclipses.

Uma das atividades recorrentes é a construção de modelos e representações do Sistema Solar em escalas de distância, tamanho ou ambos. Bisch (1998), Furtado (2005), Leite (2006), Gonzaga (2009) e Darroz (2010) propõem a representação dos planetas do Sistema Solar, em escala de tamanho, com massa de modelar e a localização no espaço, em escala de distância. Em geral, as propostas seguem roteiros fechados, em que os valores das escalas já se encontram definidos, ou roteiros mais abertos, em que os cursistas constroem as escalas a partir do diâmetro dos planetas e de suas distâncias reais ao Sol.

Com uso de material de baixo custo, como lâmpadas, bolas de isopor, palito de madeira, massa de modelar, dentre outros, Nascimento (1990), Bisch (1998), Furtado (2005), Leite (2006), Bretones (2006) e Darroz (2010), propuseram modelos construídos pelos cursistas para representar tridimensionalmente os astros. Tais atividades objetivavam, dentre outros aspectos, articularem diversos pontos de vista para discussões sobre a forma esférica da Terra, as distâncias entre os planetas e o Sol, a atração gravitacional terrestre e Solar, os movimentos relacionados do Sol-Terra-Lua, além de discutir sobre os fenômenos como fases da Lua, eclipses lunares, solares e estações do ano. Ainda tratando do fenômeno das estações do ano, Furtado (2005) problematiza a incidência de luz solar na Terra, levando em conta a constância da inclinação do eixo de rotação da Terra e o movimento de revolução de nosso planeta.

Como outra maneira de representar os movimentos e localização espacial dos planetas no Sistema Solar, Nascimento (1990), Leite (2006) propõem atividades de dramatizações em que cada professor-cursista representa um planeta do Sistema Solar em um espaço aberto, externo a sala de aula, e alguns de seus movimentos no espaço, simulando assim modelos explicativos para os movimentos de rotação e translação, fenômenos como fases da Lua e

posição dos planetas do Sistema Solar e seus respectivos movimentos ao redor do Sol. Tais dramatizações não prescindiam de materiais de baixo custo, envolvendo apenas a interação dos professores participantes.

Além dos modelos tridimensionais, diversas atividades que exploram os elementos do Sistema Solar e fenômenos são propostas através de desenhos ou fotografias bidimensionais. Bisch (1998), Furtado (2005), Leite (2006) e Bretones (2006) propõem a realização de desenhos sobre a Terra abordando a representação da forma, da gravidade e da localização dos objetos na superfície terrestre. Darroz (2010) propõe a representação dos movimentos de revolução e rotação da Terra e das estações do ano, visando identificar a concepções dos cursistas sobre estes eventos. Já Furtado (2005) propõe a construção dos planetas em escala de distância ao Sol em um esquema bidimensional, onde o Sol é representado por um círculo e os demais planetas por pontos, em uma fita de papel de cerca de 10 metros.

Ainda que as características do Sistema Solar e dos fenômenos relacionados a Terra, Sol e Lua são os conteúdos mais abordados a partir de modelos didáticos e desenhos, Bretones (2006) apresenta a representação da esfera celeste e algumas das constelações em um balão de vidro, em um aparato que permite visualizar qual constelação é possível de ser observado em determinadas épocas do ano.

1.3.2. Uso de tecnologias, softwares e planetários

Atualmente, alguns recursos tecnológicos vêm sendo normalmente utilizados como mais uma maneira de tratar temas de Astronomia que, em geral, envolvem a observação de astros muito distantes e depende das condições do céu para poder observá-los. Dentre estes recursos, podemos destacar o uso de documentários e vídeos sobre temas da Astronomia, além de programas e softwares que simulam o céu em tempo real, a partir de horário e local determinados pelo usuário, como é o caso do *Skyglobe* e *Stellarium*, e os planetários. Além disso, o uso de documentários e vídeos sobre temas da Astronomia, também vem sendo explorados como uma estratégia de ensino e aprendizagem destes temas.

Ao abordar elementos das observações das constelações, Leite (2006) e Darroz (2010) utilizaram os softwares *Skyglobe e Stellarium*, respectivamente, para tratar das constelações conhecidas e dos movimentos com relação à esfera celeste. Além de envolver os professores na compreensão deste conhecimento, esta estratégia também foi interessante para apresentar

um recurso que pode ser manuseado em sala de aula pelos professores-cursistas para explorar a observação de assuntos de astronomia.

A abordagem de nossa galáxia, a Via Láctea, é proposta por Darroz (2010) através do documentário intitulado “Via Láctea: o nascimento e morte das estrelas” permitindo assim visualizar ilustrativamente a constituição de nossa galáxia, a partir de um referencial no espaço e explorar limites do Universo como um todo.

Ao tratar do tema Cosmologia, Darroz (2010) e Henrique (2011) propõem os documentários “O Universo: além do Big Bang” e “Lost Horizons, Big Bang”, respectivamente, em que procuram apresentar outras teorias sobre o Universo, como os modelos de estado estacionário e universo em expansão.

Encontramos também alguns temas do Sistema Solar proposto através de documentários. Ao tratar do astro Sol como uma estrela, Bretones (2006) apresenta um documentário sobre tempestades solares, protuberâncias e auroras, possibilitando que os cursistas visualizem uma sequência de explosões solares. Já Darroz (2010), ao tratar do episódio da chegada do homem a Lua, apresenta o documentário “O Universo: a Lua” que permite fazer uma viagem no tempo sobre a missão que levou o homem a pisar na Lua.

1.3.3. Observações do céu diurno ou noturno

A observação do céu diurno e noturno está intimamente relacionada com muitos dos conteúdos de Astronomia, podendo ser realizada tanto através de instrumentos com o olho nu.

Durante o curso de extensão, Nascimento (1990) procurou trabalhar com observações do céu diurno de maneira que os fenômenos observados contextualizariam o assunto proposto ao longo das aulas (acontecimentos astronômicos presentes em nosso cotidiano, como a duração do dia e o movimento do Sol). Tais atividades se correlacionavam com os modelos didáticos explorados no período da tarde do curso.

Ao explorar alguns astros observáveis no céu noturno, Bisch (1998) propõe a observação de Júpiter, da Lua e de suas fases visando que os professores-cursistas reconheçam os astros mais brilhantes e familiares de se observar no céu noturno. Já Bretones (2006) propõe 2 sessões de observação do céu, uma na escola onde foi realizado o curso e outra no *Observatório do Morro Azul*. A observação, a olho nu, era guiada a partir de mapas e

cartas celestes, em que sugeriu a observação do céu para acompanhar os movimentos da esfera celeste, dos astros e constelações, principalmente, o Cruzeiro do Sul.

1.3.4. Oficinas de construção de instrumentos

A utilização de instrumentos para a observação do céu e medições de tempo, por exemplo, como é o caso dos calendários, também surge nas teses e dissertações como uma das atividades para se trabalhar o conhecimento astronômico.

A construção de relógios de Sol, a partir da observação sistemática do movimento de nosso astro rei, é proposta por Nascimento (1990), Bretones (2006) e Gonzaga (2009), sugerindo a confecção do relógio exigindo a determinação da linha norte-sul através da observação da sombra de um gnômon ao longo do dia. A partir deste aparato, foi possível discutir a duração do dia e uma das maneiras de medição das horas.

Gonzaga (2009) realizou uma oficina de construção da luneta galileana para que fosse possível trabalhar com os professores-cursistas a localização do Cruzeiro do Sul. Já Iachel (2009) destinou três encontros para a realização de uma oficina de construção de lunetas astronômicas de modo a propiciar que os professores enxergassem relações explícitas de assuntos do Sistema Solar com outros temas comumente tratados em aulas de Física para o Ensino Médio, como o caso dos elementos de ótica envolvidos na construção dos telescópios e lunetas. Ao final do curso o último encontro foi voltado para a realização de uma sessão de observação astronômica com o uso das lunetas construídas pelos cursistas e de telescópios refletores disponíveis no Observatório Didático Astronômico.

1.3.5. Debates e discussões em grupo

Os assuntos relacionados ao tema Sistema Solar foram propostos por Langhi (2009) e Iachel (2009) a partir da metodologia do Grupo Focal, em que os conteúdos eram discutidos no grupo a partir das falas dos professores sobre um tema de estudo. As concepções dos professores sobre alguns assuntos, como a forma e a gravidade da Terra, as dimensões do Sistema Solar, a causa dos dias e das noites foi problematizada no grupo e revisada por todos através da comparação com o modelo científico. Com esta metodologia, Langhi (2009)

procurou propiciar discussões e reflexões coletivas sobre o conhecimento dos professores e suas práticas em sala de aula frente a tópicos de astronomia.

Ao tratar do assunto forma da Terra, Leite (2006) propõe um debate em que dois grandes grupos defendem o modelo de Terra plana e outro o esférico, usando argumento com base nas observações do planeta ou fenômenos, por exemplo. A partir desta atividade, a autora problematiza a forma Terra e gera questionamentos sobre o modelo científico aceito atualmente e nossas percepções sobre a forma de nosso planeta.

Além do tema Sistema Solar, Bretones (2009 p.42) propõe um debate sobre o papel da Astronomia como ciência ao final do tratamento de temas de história e filosofia da astronomia, em que os professores-cursistas procuram justificar a importância dos conteúdos de história da astronomia no processo de curso para o ensino-aprendizagem deste conhecimento.

Henrique (2011) realizou debates na formação inicial de professores envolvendo relações entre ciência e religião, assim como sobre modelos de universo partindo do estudo da história da cosmologia do século XX.

1.3.6. Atividades de leitura

Ao problematizar a diferença das estações do ano nos dois hemisférios, Leite (2006, p.89) utiliza o texto "Um episódio na vida de Joãozinho da Maré", em que uma professora explica o fenômeno das estações do ano de maneira equivocada e o menino Joãozinho questiona tal explicação. Já Furtado (2005) propõe a leitura do texto do mesmo texto ao finalizar as atividades que exploravam a representação espacial do Sol e dos planetas do Sistema Solar, explorando assim, uma maneira de trabalhar as distâncias entre os planetas e suas influências no fenômeno das estações do ano.

Iachel (2009) propõe um curso pautado basicamente no estudo das principais ideias de senso comum sobre os fenômenos e o Sistema Solar a partir do uso de textos de divulgação científica extraídos de artigos de pesquisas encontrados nos principais periódicos da área de ensino de ciências, como a *Revista Brasileira de Ensino de Física* e *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, consistindo assim no caderno de textos entregue aos cursistas. Tais textos tiveram o objetivo de oferecer um suporte teórico e introdutório, em que os professores

estudavam os conceitos de astronomia, como o planeta Terra e suas características; o fenômeno de formação das fases da Lua; as estações do ano; o fenômeno de formação dos eclipses solares e lunares; o Sistema Solar e seus constituintes; o rebaixamento de plutão da categoria de planeta para planeta anão; e, por fim, corpos menores do Sistema Solar e o perigo que eles representam ao planeta Terra (Asteroides, Meteoróides, Meteoros, Meteoritos, Cometas) (IACHEL 2009).

As atividades propostas por Gatti (2005) exploram conteúdos da história e filosofia da Astronomia através da leitura e discussão de textos históricos elaborados e propostos pela autora. Com enfoque na discussão e análise das concepções alternativas de futuros professores sobre a história do tema atração gravitacional, a autora trabalha ao longo do curso nove atividades que envolvem conhecimentos desde os modelos de mundo e Sistema Solar, como exemplo, os modelos de Terra encontrados ao longo da história e a evolução dos modelos geocêntrico, a partir daquele proposto por Ptolomeu até a consolidação do modelo heliocêntrico de Copérnico com as ideias de Kepler e Newton, explorando assim também os personagens importantes neste episódio.

Henrique (2011) realizou discussões em grupos com os alunos da licenciatura a partir da leitura de textos elaborados na pesquisa sobre a história da cosmologia no século XX, assim como sobre as relações entre as crenças de alguns cientistas, como Lemaître e Hoyle, e seu trabalho como cosmólogos. Também foi lida e encenada pelos alunos uma peça teatral intitulada *Big Bang Brasil*, em que os personagens eram cientistas que participaram da história da cosmologia, numa adaptação da história para um reality show.

1.4. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Dentre a gama de teses e dissertações encontradas que abordam a temática *Formação de Professores* (23 trabalhos), ao analisar os 11 trabalhos que aplicaram propostas didáticas de conteúdos de astronomia na formação de professores, verificamos que a maior parte deles se dá na formação continuada de professores de Ensino Fundamental, em que grande parte dos professores participantes destas pesquisas leciona Ciências. Isto pode estar atrelado às necessidades destes professores em lidar com temas de astronomia em sala de aula, visto que, há inúmeras orientações nos PCNs de temas de astronomia para esta série. Além disso, notamos que são poucas as pesquisas que propõem intervenções na formação inicial do

professor, das quais, a maior parte propõe intervenções em disciplinas dos últimos anos dos cursos de licenciatura.

Os temas de astronomia mais abordados nestas pesquisas são as *Características do Sistema Solar* e os *Fenômenos do Sistema Sol-Terra-Lua*, os quais, em grande parte das pesquisas, são propostos através de atividades que envolvem o uso de *modelos e desenhos*. Poucos são os temas de astronomia propostos através de atividades que exploram a *Observação do Céu*, mesmo que os PCNs para o Ensino Fundamental ressaltem esta estratégia. Além disso, percebemos que temas como *Cosmologia* e *História e Filosofia da Astronomia* são comumente trabalhos através de *atividades de leitura* e *discussões em grupo* ou com uso de *tecnologias*, o que pode estar atrelado à complexidade destes temas e a impossibilidade de estes conteúdos serem tratados através da observação do céu.

CAPÍTULO 2

CADERNOS DE CIÊNCIAS DA PROPOSTA CURRICULAR DO ESTADO DE SÃO PAULO E A ASTRONOMIA

Neste capítulo, apresentamos uma análise de como é proposto o tema *Forma e Movimentos dos Planetas do Sistema Solar* no Currículo do Estado de São Paulo através dos cadernos de Ciências da Proposta Curricular do Estado de São Paulo. Na seção 2.1, apresentamos o contexto geral do currículo do estado de São Paulo, e nas sessões 2.2 e 2.3 apresentamos uma análise das propostas centrada no tema *forma* e *movimentos dos planetas do Sistema Solar*, respectivamente. Por fim, na seção 2.4 apresentamos algumas considerações sobre esta análise.

2.1. O CONTEXTO DO CURRÍCULO DO ESTADO DE SÃO PAULO

A Proposta Curricular do Estado de São Paulo surgiu em 2008, em uma tentativa de orientar o trabalho dos professores da rede pública estadual e garantir uma base comum para o estado, em termos de conhecimentos e competências (SÃO PAULO, 2008). A partir de 2010, o que antes era chamado de *Proposta Curricular do Estado de São Paulo*, após a primeira fase de implantação, ganha o nome *Currículo do Estado de São Paulo*.

O impacto deste material e sua ampla distribuição no estado de São Paulo nos mostram a importância de sua análise, já que a rede pública deste estado conta com cerca de 250.000 professores em 5.350 escolas, sendo o número de alunos superior a 5 milhões, o que corresponde a cerca de 15% da população escolar brasileira, se considerarmos apenas as matrículas efetuadas no Brasil para o Ensino Fundamental (CASTRO, 2008). Entretanto, embora haja bastante impacto deste material que se encontra disponível para São Paulo há quatro anos, desde 2008, é preciso ressaltar que esta se trata de uma proposta governamental relacionada a um contexto político específico e, portanto, não se sabe por quanto tempo ela permanecerá no currículo do estado de São Paulo.

A *Proposta* ou *Currículo* sugerido pelo governo do estado de São Paulo se materializa através dos chamados *Cadernos do Professor* e *Cadernos do Aluno*, que concretiza as

sugestões tanto de conteúdos quanto de metodologia oriundas inicialmente do currículo. Os cadernos são divididos em bimestres, sendo assim, quatro cadernos para cada série e disciplina por ano. Os conteúdos estão distribuídos nestes cadernos nas chamadas *Situações de Aprendizagem* (SA) em que, além dos conteúdos serem explicitados, há sugestões do tempo previsto, competências e habilidades que podem ser exploradas, estratégias de ensino, recursos didáticos e algumas formas de avaliação.

Os conteúdos presentes nos *Cadernos* da disciplina Ciências estão divididos em eixos temáticos, assim como sugerem os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Nos PCNs de Ciências, a astronomia está presente no eixo temático "Terra e Universo" (BRASIL, 1998). Dessa forma, temas de Astronomia estão também muito presentes nos *Cadernos* da Proposta Curricular e a distribuição dos mesmos é bastante próxima da indicada pelo PCNs, onde ao final da 5º série, no 4º bimestre, aparece o subtema *Planeta Terra: características e estrutura*, em que os aspectos da dimensão, estrutura e do movimento de rotação do nosso planeta são explorados; no 1º bimestre da 6º série, a astronomia é tratada através do subtema *Olhando para o céu* onde são explorados os corpos astronômicos visíveis, englobando as constelações e estrelas; e, por fim, no 3º bimestre da 7º série, encontramos o subtema *Planeta Terra e sua vizinhança cósmica* que explora o tema *sistema Sol, Terra e Lua* e o subtema *Nossa vizinhança cósmica* que explora os astros que estão fora do Sistema Solar, como constelações e galáxias. Apenas nos cadernos da 8º série não há temas de astronomia.

Esta pesquisa se enquadra em um delineamento de pesquisa qualitativa, pelo fato de interpretar um material predominantemente descritivo (BOGDAN e BIKLEN, 1994). Após a leitura exaustiva dos cadernos da Proposta Curricular, foi possível moldar o olhar para detectar elementos comuns nos diferentes cadernos que permitiriam inferir sobre as atividades e elementos singulares que poderiam fornecer informações sobre o conhecimento implícito presentes nestes cadernos. Esse procedimento seguiu as técnicas de *análise de conteúdo* proposto por Bardin (1995), definidas pela autora como:

> [...] um conjunto de técnicas de análises de comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens [...] é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e de recepção das mensagens, inferência esta que recorre a indicadores... (BARDIN, 1995, p.42).

A inferência é de extrema importância na análise de conteúdo, pois nos possibilitará em nosso trabalho a passagem da *descrição* à *interpretação* (FRANCO, 2005). Neste

trabalho, a inferência nos guiará para responder a seguinte questão central: como as atividades presentes nos cadernos do Currículo do Estado de São Paulo propõem a construção do conhecimento sobre o planeta Terra, no âmbito da Astronomia?

A análise dos cadernos de Ciências, tanto do professor quanto do aluno, do Currículo do Estado de São Paulo, visa reconhecer como o tema planeta Terra está proposto e materializado nas atividades deste material. Com isso, todas as SA selecionadas tratam de alguma maneira algum aspecto que envolve o nosso planeta, ou seja, a forma, as estruturas internas, as características físicas, o papel do referencial terrestre, a Terra como um planeta no espaço cósmico, a Terra como um planeta do Sistema Solar, a gravidade terrestre e por fim, a atração gravitacional entre nosso planeta, o Sol e a Lua.

Após intensa leitura dos cadernos e trabalhos que evidenciam os aspectos característicos da construção da noção de planeta, analisamos os mesmos e classificamos em três categorias centrais que versam sobre o conhecimento do planeta Terra: *Forma, Terra no Espaço cósmico* e *Gravidade*. Tais categorias emergiram de nossa investigação acerca das concepções de estudantes sobre o planeta Terra, guiando-nos principalmente pelos trabalhos de Nussbaum e Novak (1976). Além disso, algumas categorias emergiram do trabalho de Leite (2006) que investigou aspectos da aprendizagem de professores de Ciências sobre a noção espacial dos astros.

Para uma melhor compreensão dos elementos importantes do tema investigado nas atividades dos cadernos de Ciências da Proposta Curricular, dividimos as três categorias descritas anteriormente em subcategorias. Dessa maneira, a categoria *forma* foi dividida em quatro subcategorias: *referencial, estrutura interna, representação* e *escalas*. As atividades classificadas na categoria forma tratam da maneira como visualizamos a forma da Terra, a partir de diferentes pontos de vista; da questão da Terra ser esférica e não ser oca, possuindo estruturas internas conhecidas pelo homem; da existência de distintas maneiras de apresentar a Terra com modelos em duas ou três dimensões; e, por fim, do papel das escalas de espaço na observação do tamanho da Terra.

A categoria *Terra no espaço cósmico* foi dividida em duas categorias: *Sistema Solar* e *Universo.* Nestas categorias estão as atividades que exploram as características da Terra como um planeta situado no espaço cósmico, no âmbito do Sistema Solar e no Universo como um todo, respectivamente. Por fim, a categoria gravidade foi dividida em duas subcategorias:

Terrestre e *Atração Sol – Terra – Lua*¸ onde estão as atividades que exploram a ação da força gravitacional na superfície terrestre e a atração gravitacional entre a Terra e o Sol e, a Terra e a Lua, respectivamente.

Nas seções posteriores, apresentamos os resultados e uma análise dos mesmos exemplificando cada categoria com atividades encontradas nas SAs dos cadernos de Ciências da Proposta Curricular do Estado de São Paulo.

2.2. O "PLANETA TERRA" NOS CADERNOS DE CIÊNCIAS DA PROPOSTA CURRICULAR DO ESTADO DE SÃO PAULO: FORMA, LOCALIZAÇÃO E GRAVIDADE

Ao ler intensamente os *Cadernos do professor* e os *Cadernos do aluno* da disciplina de Ciências, encontramos os elementos relacionados ao planeta Terra em todos os cadernos que possuem algum conteúdo de astronomia, ou seja, no 4º bimestre da 5ª série, no 1º bimestre da 6ª série e, por fim, no 3º bimestre da 7ª série. O espectro de nossa amostra foi constituído por **onze** Situações de Aprendizagem (SA) que, ao tratar de alguma maneira o conhecimento sobre o planeta Terra, representa cerca de 70% do total das SA que trata da Astronomia. Isso evidencia a importância de uma análise mais profunda deste tema, mostrando de que maneira o conhecimento do planeta Terra está sendo proposto por um material de ampla divulgação no estado de São Paulo.

Os cadernos do 4º bimestre da 5ª série, intitulados *"Planeta Terra: características e estrutura"* tratam dos aspectos relacionados à forma, dimensão, estrutura interna e movimento de rotação da Terra por meio dos conteúdos gerais: *"Terra: dimensão e estrutura"* e *"Rotação da Terra"*. Nestes cadernos são propostas seis SAs e a Terra está presente em quatro delas: *1) Terra: esfericidade e representações*; *2) Estimativa do tamanho das coisas e da Terra*; *3) A estrutura interna da Terra* e, por fim, *5) A rotação da Terra e a medida do tempo*.

Já na 6ª série, nos cadernos do 1º bimestre intitulados *"Terra e universo: olhando para o céu"*, o tema planeta Terra aparece no conteúdo geral *"Elementos do Sistema Solar"*, sendo apresentado como um planeta do Sistema Solar através da comparação entre suas características físicas com a dos demais planetas do Sistema Solar. Dentre as seis SAs propostas nestes cadernos, três abordam o tema analisado: *1) O que vemos no céu*; *5) Representando o Sistema Solar* e *6) Construindo o Sistema Solar em escala*.

Por fim, nos cadernos da 7ª série, intitulados *"O planeta Terra e sua vizinhança cósmica"* o planeta Terra é retomado através dos conteúdos gerais *"As Estações do Ano"* e *"Sistema Sol, Terra e Lua"*. Nestes cadernos percebemos um enfoque na discussão dos fenômenos, como as estações do ano e as fases da Lua, em que são explorados os movimentos de rotação e revolução da Terra articulando-os com os movimentos relativos do Sol e da Lua. Dentre as quatro situações de aprendizagem propostas para este bimestre, três delas tratam ao menos uma característica do planeta Terra, sendo estas: *1) As estações do ano e o movimento orbital da Terra*; *2) Calendários* e *3) Sistema Sol, Terra e Lua*.

Na tabela 2.2.1 apresentamos as SAs selecionadas nos cadernos de Ciências, do professor e do aluno, sob o olhar dos elementos da construção do conhecimento do planeta Terra.

Tabela 2.2.1 - Resultados da análise dos Cadernos de Ciências da Proposta Curricular do Estado de São Paulo no tema Planeta Terra

CATEGORIAS		5ª série				6ª série			7ª série			
		Situação de Aprendizagem (SA)										
		1	2	3	5	1	5	6	1	2	3	4
FORMA	Representação	■		■	■				■			
	Referencial	■										
	Estrutura Interna			■								
	Escalas	■	■	■								
TERRA NO ESPAÇO CÓSMICO	Terra no Sistema Solar						■	■				
	Terra no Universo					■						■
GRAVIDADE	Terrestre	■			■							
	Atração Sol-Terra-Lua								■	■	■	■

Após identificação das SAs nas categorias elaboradas, segue uma análise das mesmas observando suas relações com a construção do conhecimento acerca do planeta Terra. Em algumas SAs foram identificados mais de um aspecto da noção de planeta Terra e, desta forma, foram classificadas em mais de uma categoria. A análise da Proposta Curricular de Ciências sobre o tema *"Planeta Terra"* tem o intuito de identificar os principais elementos vinculados a este tema que podem permitir construir uma noção mais ampla de nosso planeta que vai além das fotografias e modelos didáticos.

2.1.1. Forma

Compreender a forma esférica da Terra necessita de um conhecimento conceitual e teórico que vai além das fotos. Se reconhecer morando na superfície de uma esfera está intimamente relacionado à compreensão do papel do referencial na observação da superfície esférica, das distintas maneiras de representação de nosso planeta, das escalas envolvidas na compreensão de sua dimensão (LEITE, 2006) e, por fim, das suas estruturas internas que não permitem que habitemos seu interior.

2.1.1.1. Representação

Nas situações de aprendizagem analisadas foram identificadas **quatro** SAs que exploram algum tipo de representação do planeta como um todo ou de suas estruturas internas.

Na SA 1 da 5ª série, através da atividade *Transformando um planisfério em um globo terrestre*, os significados de um mapa-múndi e do globo terrestre didático como maneiras de representar a Terra são questionados, evidenciando que estes dois artefatos mesmo tão diferentes, podem representar o mesmo objeto. Assim, esta SA problematiza através da prática as dificuldades que surgem ao fazer a transformação da representação de um objeto esférico (o planeta Terra) em um objeto plano (o mapa-múndi) sem que ocorram deformações. Ainda na SA 1, as atividades intituladas *Um garoto do outro lado do mundo* e *As árvores e a verticalidade absoluta* tratam dos significados de morar em uma superfície curva propondo para que os alunos representem pessoas e árvores na superfície do globo. Neste caso, o significado da representação do globo terrestre didático é ressaltado, associando o mesmo como a representação mais fiel da nossa morada.

Na SA 3 da 5ª série, encontramos a atividade *Descobrindo o que há dentro da Terra* que explora a representação das estruturas internas a partir de um desenho que esboça algumas camadas de nosso planeta, como a Crosta, o Manto, o Núcleo interno e o Núcleo Externo. Por meio desta atividade, parece ser possível explorar que a Terra não é oca e que o local privilegiado para moradia é a sua superfície.

Ainda na 5ª série, encontramos a atividade *A Terra, por ser esférica, não é aquecida por igual* na SA 5 que trata do significado da representação esférica de nosso planeta

relacionando-o com as diferenças de intensidade de iluminação solar nas distintas regiões de nosso planeta. Com o auxílio de uma bola e uma lanterna é possível a partir desta atividade simular a quantidade de luz que incide em um objeto esférico mostrando que a quantidade de luz que incide nos pólos é diferente da região central porque se trata justamente de um objeto esférico e não plano o que, por analogia, ocorre com o planeta Terra.

Os significados da representação do nosso planeta através do globo terrestre são novamente tratados na atividade *Por que os globos terrestres didáticos são inclinados?* da SA 1 dos cadernos da 7ª série. Ao discutir o movimento de rotação, é possível mostrar que o eixo de rotação da Terra está inclinado com relação ao plano perpendicular à eclíptica.

2.1.1.2. Referencial

Encontramos nos cadernos analisados apenas **uma** SA que explora o papel do referencial terrestre na observação da forma de nosso planeta. Na SA 1 da 5ª série a atividade *Usando a internet ou programas de computador* apresenta uma maneira de visualizar a curvatura da Terra a partir de uma mudança de referencial com o auxílio do software *Google Earth*¸ que propicia mudar o ponto de vista de observação, saindo da superfície terrestre e se situando em um ponto mais alto rumo ao espaço sideral, fora da Terra.

2.1.1.3. Estrutura interna

A discussão acerca da estrutura interna da Terra se encontra em apenas **uma** SA do espectro de nossa amostra. A atividade *Descobrindo o que há dentro da Terra*, da SA 3 da 5ª série, explora o que existe dentro da Terra a partir de hipóteses com base na medida de sua massa, evidenciando assim que foi a partir de medidas indiretas que o homem percebeu que a Terra não é oca, possuindo então algumas estruturas internas atualmente conhecidas pelo homem. A segunda atividade da mesma SA, intitulada *O interior da Terra em escala*, complementa a anterior discutindo, através da visualização (indireta) das estruturas internas do planeta feita em um desenho em escala, pretendendo evidenciar que a espessura da crosta terrestre representa apenas 1% das camadas interiores de nosso planeta.

2.1.1.4. Escalas

Encontramos atividades que abordam os aspectos das escalas, tanto de distância em **quatro** das dez SAs analisadas. Nesta categoria as atividades selecionadas exploram os significados das diferentes escalas que influenciam na observação da forma da Terra como um todo e da espessura de suas estruturas internas.

Na SA 1 da 5ª série, percebemos o papel da escala de distância e sua relação com a compreensão do tamanho da Terra na atividade intitulada *Representações do planeta Terra*. Na medida em que se questionam nossas observações em pequenas escalas de distância, em razão de estarmos situados na superfície terrestre, é possível discutir a limitação que temos para observar a Terra como um todo e sua curvatura.

Na atividade intitulada *Estimativa do tamanho da Terra*, da SA 2 da 5ª série, aparecem aspectos de escalas espaço que, ao solicitar que o aluno estime o tempo necessário para dar uma viagem em torno da Terra e perceba o quão grande é o tamanho de nosso planeta. Por fim, na SA 3 da 5ª série, *O interior da Terra em escala*, é possível tratar do interior da Terra em escala de distância ao tratar da espessura das diferentes camadas internas de nosso planeta podendo mostrar que moramos sobre uma pequena camada e pouco espessa desta esfera.

Na SA 6 da 6ª série intitulada *Construindo o Sistema Solar em escala* é possível explorar o quão pequeno é o planeta Terra comparado ao Sol e a alguns planetas do Sistema Solar, como Júpiter e Saturno, ao trabalhar os aspectos de escala de tamanho do planeta Terra ao se construir os planetas em escala de tamanho, com massa de modelar, onde o Sol tem aproximadamente 200 mm e a Terra 1,8mm.

2.1.2. Terra no espaço cósmico

Associar a ideia de que moramos em um planeta, localizado no espaço cósmico, torna-se necessário articular a compreensão de diversos pontos de vista, mostrando que o ponto de vista externo a Terra é privilegiado na observação e localização de nosso planeta no espaço cósmico. Nesta categoria as atividades exploram a localização da Terra no Universo como um todo.

2.1.2.1. Terra no Sistema Solar

Nos cadernos analisados encontramos **duas** SAs que localizam a Terra no espaço e a apresentam como um astro que faz parte de um conjunto de corpos localizados em um Sistema Solar. As SAs 5 e 6 da 6ª série, *Representando o Sistema Solar* e *Construindo o Sistema Solar em escala*, respectivamente, trabalham a localização da Terra no Sistema Solar a partir de uma atividade em que os alunos representam nosso planeta em um espaço qualquer da própria escola, no caso sugerido, a sala de aula. Com esta atividade é possível explorar a localização de nosso planeta no espaço como um corpo celeste, pertencente a um conjunto de corpos que formam nosso Sistema Solar.

2.1.2.2. Terra no universo

Nesta subcategoria encontramos **duas** SAs que tratam da localização da Terra no Universo como um todo e que, de certa maneira, propiciam perceber a Terra circundada por um espaço imenso e "vazio". Na SA 1 da 6ª série, *"O que vemos no céu?"*, há como sugestão a discussão sobre a música *O céu*, de Marisa Monte e Nando Reis, que tem em sua letra diversos elementos que ampliam nossa compreensão de que o céu que vemos contém alguns corpos celestes presentes em nossa Via Láctea. Assim, esta atividade nos auxilia a compreender que a Terra é um planeta e que o céu que observamos, se trata do próprio Universo onde a Terra está presente. Já na SA 4 da 7ª série, a *"O nosso endereço no Universo"* explora a localização do planeta Terra no universo ao propor que os alunos desenvolvam uma maquete ou instalação artística que mostre o "endereço no universo", partindo da ideia de galáxia até chegar à sua rua ou casa.

2.1.3. Gravidade

Reconhecer o significado de morarmos em um planeta cuja forma é esférica que faz parte de um conjunto de corpos atraídos por um Sol está intimamente relacionado à compreensão da existência de uma força gravitacional que age tanto na superfície da Terra, nos puxando "para baixo" e não permitindo que "caiamos" com a Terra se movimentando, quanto na interação de nosso planeta com os demais astros do Sistema Solar, como o Sol e a Lua.

2.1.3.1. Gravidade terrestre

Nessa categoria encontramos **duas** SAs, ambas da 5ª série. Na SA 1, há a atividade *Um garoto do outro lado do mundo*, onde o sentido relativo da vertical é problematizado a partir de um desenho em que há o planeta Terra representado por uma esfera e dois garotos moradores em sua superfície, um garoto no Brasil e outro na China, indicado com uma seta o sentido "para baixo" para cada um deles. Ainda na SA 1, a atividade *As árvores e a verticalidade absoluta* tratam do significado de "em cima" e "embaixo" para objetos situados na superfície do planeta em que os alunos representam a Terra em uma bola de isopor e inserem quatro árvores feitas de papel e palito no Brasil, na Argentina, no Canadá e no Japão, países desenhados no próprio globo de isopor.

Ainda na 5ª série, a atividade *É dia no Brasil, mas é noite na China*, pertencente à SA 5, discute o papel da atração gravitacional terrestre no porquê de não cairmos da Terra em rotação. Através de uma maquete constituída por uma bola de isopor e um palito, que representa seu eixo de rotação, é possível simular o movimento de rotação da Terra e questionar o porquê de a Terra estar girando e não ficarmos tontos ou então cairmos dela, relacionando a causa deste acontecimento com a ação da gravidade terrestre.

2.1.3.2. Atração Sol – Terra – Lua

Apenas na 7ª série encontramos **três** SAs que apresentam atividades pertencentes a esta categoria. Através da SA 1, *As estações do ano e o movimento orbital da Terra*, o fenômeno das estações do ano é explorado a partir de uma atividade em que os alunos simulam, com o auxílio de uma lanterna representando o Sol e um globo terrestre didático, a iluminação do globo em diferentes instantes do movimento de revolução da Terra ao redor do Sol, representando assim as distintas maneiras como nosso planeta é iluminado nas quatro estações do ano. Na SA 2, *Calendários*, a duração de um ano e os significados do início de um novo ano é associada ao movimento orbital da Terra ao redor do Sol a partir da atividade *O ano-novo e seu aniversário visto do espaço*.

Por fim, na SA 3, as fases da Lua são trabalhadas na atividade *A regularidade das fases da Lua* com um modelo explicativo para este fenômeno, com a Terra e nosso satélite natural sendo representados por bolas de isopor e a luz do Sol que as ilumina por uma lanterna. Nesta atividade é associado o fenômeno das fases da Lua ao movimento que nosso

satélite realiza ao redor da Terra mostrando que estas decorrem da associação dos movimentos de rotação e revolução da Terra e da Lua.

2.3. OS "MOVIMENTOS DOS PLANETAS" NOS CADERNOS DE CIÊNCIAS DA PROPOSTA CURRICULAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Nesta seção apresentamos uma análise das atividades presente nos cadernos da Proposta Curricular do Estado de São Paulo que tratam de algum conceito, conteúdo, reflexão acerca do tema "movimentos" dos planetas do Sistema Solar.

Nos cadernos de Ciências da Proposta que apresentam conteúdos de astronomia foram encontradas atividades que exploram os movimentos dos planetas do Sistema Solar apenas nos cadernos da 5ª e 7ª séries. Em tais cadernos, foram encontradas apenas três SAs que propõe atividades sobre os movimentos dos planetas no Sistema Solar, o que representa uma pequena parcela das SAs que tratam de temas de astronomia, cerca de 20%. Tais atividades exploram principalmente os movimentos de rotação e translação da Terra, em que, a partir destes, fenômenos relacionados a tais movimentos, como estações do ano, dia e noite, são problematizados.

Na 5ª série, 4ª bimestre, o movimento de rotação da Terra é problematizado através da SA intitulada: *A rotação da Terra e a medida do tempo*, que explora a identificação das regularidades do movimento de rotação através do dia e da noite, além de relacionar a existência e variação das sombras com o movimento de rotação da Terra. Já na 7ª série, encontramos duas SAs que exploram o movimento de revolução da Terra: *As estações do ano e o movimento orbital da Terra* e *Calendários.*

A SA 5 da 5ª série propõe as atividades *É dia no Brasil, mas é noite na China* e *A Terra, por ser esférica não é aquecida por igual* que exploram as maneiras como ocorrem os dias e noites associados ao movimento de rotação do planeta Terra. Tais atividades relacionam as diferenças deste fenômeno com a forma da Terra como um todo, fazendo o uso de modelos tridimensionais, com bolas de isopor e lanternas, para representar a maneira como os raios solares incidem na Terra e evidenciar a desigualdade da quantidade de luz nas proporções de nosso planeta. Além disso, tais atividades problematizam a maneira como ocorre a sombra de um aluno que esteja parado ao longo de um dia, e solicita-se que seja

representado o mesmo e observada sua sombra na modelização com o uso de bola de futebol ou basquete, como exemplo.

A partir desta atividade, a Proposta explora a relação entre a variação da quantidade de luz que incide no planeta ao longo de todas as regiões de sua superfície. Ao final desta situação de aprendizagem, descrita anteriormente, é proposta a construção de um relógio de Sol através de um gnômon para problematizar uma possível maneira de medir o tempo a partir das sombras de um aparato ao longo de um dia.

Em relação à 7ª série, a SA 1 denominada *As estações do ano e o movimento orbital da Terra*, permite relacionar os fenômenos das estações do ano ao movimento de revolução da Terra, além de relacionar este acontecimento à inclinação do eixo de rotação. Além disso, esta SA permite associar o fenômeno das estações do ano aos fatos cotidianos, como o horário de verão e a mudança de comportamento dos seres vivos devido às mudanças climáticas.

Através de uma maquete que representa a Terra, com uma bola de isopor, e seu eixo de rotação, com um espeto de pau, a atividade *Um palco para o movimento da Terra ao redor do Sol: o plano da eclíptica* discute o plano da órbita do movimento da Terra ao redor do Sol, a eclíptica. Esta atividade também discute a semelhança de planos das órbitas dos demais planetas do Sistema Solar, mencionando o fato de que todos os planetas descrevem planos durante seu movimento ao redor do Sol, e que estes planos estão bastante próximos do plano da eclíptica, e as inclinações dos planos de grande parte dos planetas são menores do que 4º (com exceção a Mercúrio, cujo plano da órbita está inclinado 7º em relação ao plano da eclíptica).

O movimento da Terra ao redor do Sol é associado à presença da inclinação do eixo de rotação na atividade *Porque os globos são inclinados?* evidenciando a presença desta inclinação na representação da Terra através do globo terrestre didático, possibilitando visualizar a região do equador, evidenciando que o plano em que se situa o equador não é paralelo ao plano da eclíptica, mas faz 23,5º com relação a este segundo plano.

Já na SA 2 da mesma série, *Calendários*, a partir da representação das posições da Terra e do Sol em uma cartolina e no modelo tridimensional Terra – Sol com bolas de isopor e lanternas, esta atividade simula como seria um ano pensando no movimento de translação da Terra, caracterizando as posições relativas de nosso planeta no início de cada estação.

Além da determinação das posições em que a Terra está em sua órbita ao redor do Sol nos primeiros dias das estações, sugere-se que seja estimada a posição de nosso planeta no 1º dia de janeiro do ano, relacionando esta posição com sua proximidade do início do verão, representado na posição do solstício de verão.

Ainda na SA 2, a definição do ano é explorada a partir dos movimentos de rotação e translação da Terra, evidenciando que o nosso planeta não leva exatamente 365 dias para realizar uma volta em torno de nosso planeta (o valor exato é 365 dias, 5 horas, 48 minutos e 46 segundos), o que implica no fato de não observarmos exatamente o inicio de um novo ano exatamente a meia noite dos exatos 365 dias depois de um ano anterior.

2.4. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

No presente capítulo apresentamos uma análise dos cadernos de Ciências do Currículo do Estado de São Paulo voltando nosso olhar para como este material propõem a construção do conhecimento da forma e movimentos dos planetas do Sistema Solar. Com esta análise, pretendemos evidenciar alguns elementos que abrangem o conhecimento acerca do tema explorado nesta pesquisa, exemplificando como este conhecimento é materializado em uma proposta didática elaborada por pesquisadores da área de pesquisa educação em astronomia.

A Proposta explora o tema planeta Terra através de atividades que avançam em relação às imagens e modelos que representam nosso planeta ao relacioná-los com o fato de morarmos em um planeta que apresenta diversas características que nos permitem habitá-lo. Os cadernos analisados propõem atividades que tratam desde o conhecimento sobre a forma esférica de nosso planeta, sua localização no espaço até a ação da atração gravitacional que atua tanto na superfície terrestre, nos puxando para o centro do planeta, quanto na interação Terra-Sol-Lua, abordando também fenômenos como estações do ano e fases da Lua.

A partir do espectro de onze situações de aprendizagem selecionadas, percebemos uma preocupação deste material em explorar a forma esférica de nosso planeta. No entanto, boa parte das atividades que tratam este tema não utiliza observações diretas de eventos astronômicos como exemplo, à visualização da incidência dos raios solares ao longo de diferentes regiões de diferentes latitudes ou então, da possibilidade de vermos a curvatura de nosso planeta através da sombra da Terra projetada na Lua durante alguns eclipses lunares. Fazendo maior uso de materiais como bola de isopor ou globo terrestre para representar a

Terra, a Proposta parece fazer pouco uso do fato de vivermos na própria Terra a partir de observações e fenômenos presenciados no referencial terrestre.

A localização do nosso planeta no Sistema Solar e no Universo, por sua vez, é desenvolvida por meio principalmente de atividades que simulam sua presença junto aos demais planetas em escala de distância e tamanho, mostrando que a Terra é um planeta assim como os demais de nosso Sistema Solar. No entanto, percebemos que são poucas as atividades que tratam deste aspecto com imagens de observações feitas em um referencial fora de nosso planeta, o que possibilitaria discutir sua localização no espaço como um todo.

Os cadernos analisados também tratam da gravidade terrestre e da atração Sol-Terra-Lua por meio de atividades que fazem uso de globos terrestres didáticos e bolas de isopor para representar a Terra e a Lua, e de lanternas para simular o Sol e seus raios. Mesmo tendo explorado os significados da força da gravidade terrestre, que nos possibilita morar na superfície de nosso planeta, e as relações entre a Terra e o Sol e a Lua, com fenômenos que presenciamos em nosso cotidiano, como estações do ano e fases da Lua, percebe-se que os cadernos não problematizam a localização da Terra nos diferentes modelos de mundo heliocêntrico ou geocêntrico. Em geral, as atividades encontradas partem do pressuposto de que o Sol está no centro do Sistema Solar e a Terra está atraída por ele, sem que fosse questionada a maneira como explicamos este fato atualmente, que se deve à noção de atração gravitacional.

Ao explorar aspectos dos movimentos da Terra, verificamos estratégias didáticas recorrentes, como o uso de modelos e a representação em desenhos, sendo exploradas poucas ou quase nenhuma atividade que faz uso da observação do céu, de softwares e simulações de computadores, vídeos, leitura de textos e debates em grupo. Percebe-se ainda uma grande ênfase no ato de “imaginar o modelo”, fazendo pouco uso de aspectos observáveis, sensoriais e perceptivos, como é possível explorar ao tratar das estações do ano e do dia e da noite em nosso planeta.

Embora os cadernos de Ciências da Proposta Curricular do Estado de São Paulo proponham atividades que explorem a forma e os movimentos da Terra, este material carece de atividades que explorem, problematizem e discutam de diversas maneiras a forma (não há nenhuma atividade dos cadernos de Ciência sobre este tema) e movimentos dos demais planetas.

Ainda que os cadernos de Ciências da Proposta Curricular do Estado de São Paulo careçam de algumas atividades e, dentre outros fatores, não se sabe por quanto tempo ela permanecerá no Currículo do estado de São Paulo, os cadernos analisados parecem constituir um material diferenciado na proposta do tema “planeta Terra”, no que se refere a explorar a forma, seus movimentos e características espaciais de nosso planeta, propondo assim o ensino de características importantes apontadas pelas pesquisas em ensino de Astronomia.

CAPÍTULO 3

CONCEITOS DE FORMA E MOVIMENTOS DOS PLANETAS DO SISTEMA SOLAR: UMA VISÃO FÍSICA E HISTÓRICA

Neste capítulo apresentamos uma reflexão sobre o significado dos conceitos de forma e movimentos dos planetas do Sistema Solar, buscando esclarecer o que entendemos por estes conceitos tanto na perspectiva física e astronômica, quanto na perspectiva histórica.

O principal objetivo de enunciar uma explicação mais ampla e detalhada dos conceitos de forma e movimentos dos planetas é fornecer elementos para uma compreensão menos dogmática das afirmações: os planetas são esféricos e se movimentam em torno do Sol e em torno de si mesmos. Acreditamos que explicitar os significados destes conceitos poderá contribuir para uma explicação mais completa e sofisticada destes conceitos e que na formação de professores possa contribuir para um conhecimento mais crítico em relação a estes conceitos.

Inicialmente, apresentamos na seção 3.1 estes conceitos a partir das perspectivas física e astronômica, visando explicitar os argumentos que envolvem a forma e os movimentos da Terra usando explicações à luz das explicações físicas e astronômicas.

Na seção 3.2 apresentamos esta discussão ao longo da história da ciência, partindo de estudos feitos por historiadores da ciência sobre os problemas da forma e dos movimentos dos planetas do Sistema Solar, principalmente no período da Grécia antiga, com Aristóteles e Platão, até meados do século XVII, com a ideia de atração gravitacional de Newton e do movimento relativo enunciado por Galileu, dentre outros personagens.

3.1. DISCUSSÕES ACERCA DA VISÃO FÍSICA E ASTRONÔMICA

Duas questões centrais guiam nossa reflexão sobre os conceitos de forma e movimentos dos planetas:

A Terra é esférica ou plana?

A Terra se move ou está estática?

Estas duas questões mobilizaram diversas discussões ao longo da história da humanidade e promoveram inúmeros debates envolvendo posturas muitas vezes até opostas. Atualmente sabemos que esse conhecimento é bastante estabelecido na ciência, em que se sabe e não há dúvidas de que a Terra é esférica e possui movimentos.

No entanto, acreditamos que ao refletir sobre as justificativas para estas questões estaremos refletindo mais profundamente como o ramo do conhecimento físico lidou com estas questões. Iniciaremos aqui uma tentativa de esclarecer as relações que tangem este conhecimento, numa tentativa de introduzir o debate e não de esgotar todos os caminhos possíveis.

3.1.1. A Terra é esférica ou plana?

Ao observamos ao longo do horizonte o nosso planeta, observamos a forma de um grande plano, com o relevo da cidade, do campo, das montanhas e etc. Ainda que façamos um grande esforço para observar o limite da Terra no horizonte, não podemos observar a curvatura da mesma. Essa limitação que temos em observar o aspecto esférico se dá principalmente porque estamos no referencial da superfície terrestre.

Para poder observar algum indício de que a Terra é esférica, um primeiro passo poderia ser uma mudança de referencial. Entretanto, ainda se pudéssemos nos locomover para outro referencial, externo à superfície terrestre, não poderíamos observar o aspecto tridimensional de nosso planeta com uma única imagem. Isso porque perceber a esfericidade de um objeto envolve a composição de diversas, que podem ser obtidas em um mesmo local com os movimentos do próprio objeto ou do observador (LEITE 2006, p.46).

O tamanho de nosso planeta também influencia em nossa percepção do todo. No referencial terrestre, não podemos observar nosso planeta como um todo, devido a sua grande dimensão (cerca de 13 000 km de raio equatorial[1]). Nossa limitação de alcance do nosso campo de visão também contribui para não podermos observar sua extensão.

---

[1] Valor informado pelo material online "Astronomia e Astrofísica". Disponível em: < http://astro.if.ufrgs.br/grao.htm. Acesso em 25/11/2013>.

Para observar a Terra como um todo, uma alternativa que poderíamos pensar seria ir à um local elevado em relação à superfície, como no alto de uma montanha. Se a Terra fosse plana, a altitude que está o observador não influenciaria na observação do todo do planeta. No entanto, ainda que fôssemos a um local bastante alto em relação ao nível do mar, não podemos observar o todo, e a partir disso poderiamos inferir que Terra teria uma forma arredondada.

Desta maneira, as melhores possibilidades de perceber a esfericidade da Terra seria observar outros eventos visíveis desde o referencial terrestre. Um exemplo é observar um eclipse lunar total, quando podemos ver a Terra projetada na Lua. Ao observar partes da sombra da Terra ao longo do eclipse, percebemos que o formato circular não varia como mostram as fotografias presente na figura 3:

Figura 3 - Fotografia de diversos momentos de um eclipse lunar total[2]

Neste eclipse lunar total, que acontece sempre na Lua cheia, quando a Terra está entre o Sol e a Lua, a sombra da Terra é projetada na Lua e a encobre totalmente por alguns instantes. Como a Lua é menor do que a Terra, não podemos observar desde o referencial

[2] Este conjunto de fotografias foi realizado pelo Prof. Dr. Rodolfo Langhi. Disponível em: <https://sites.google.com/site/proflanghi/astrofotografia/astrofotografias. Acesso em 25/11/2013>.

terrestre a sombra total da Terra, podendo somente observar partes que sempre mantém a forma redonda. Se a Terra fosse plana, ou mesmo um disco achatado, ao movimento da Lua pela penumbra da Terra provocaria, algum instante durante o eclipse lunar, a sombra projetada na Lua no formato de uma reta na delimitação da sombra da Terra com a parte iluminada da Lua (MARTINS, 1994, p.75). Isso difere do fato de durante todo este eclipse lunar observamos sempre um aspecto curvo desta região, como vemos na figura 3.

Outra possibilidade é observar as constelações visíveis no céu noturno em distintas regiões do planeta. Já era sabido desde as grandes navegações que observadores em distintas regiões da Terra observam diferentes constelações e estrelas. Na figura 4 evidenciamos um esquema de observadores em distintas latitudes observando a mesma estrela:

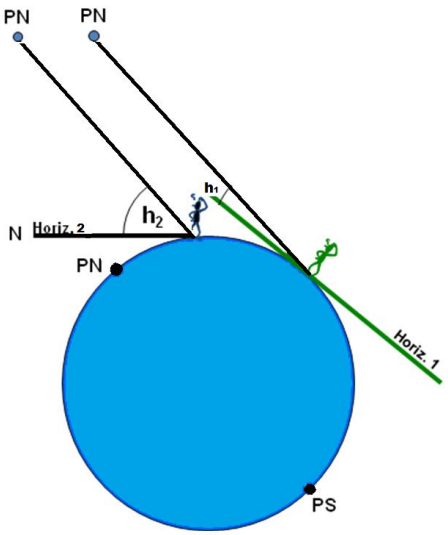

Figura 4 - Esquema com dois observadores em localidades distintas da Terra observando a estrela polar norte[3].

Na figura 4 vemos que um observador medindo a altura da *estrela polar norte*, por exemplo, em relação ao horizonte verificaria que tal estrela estaria a uma altura (h_1) distinta daquela medida por outro observador localizado mais próximo ao polo norte (h_2). Essa diferença de medição pode ser atribuída ao formato da Terra. Se a Terra fosse plana, seria difícil explicar isso, a princípio todos deveriam ver as mesmas constelações.

[3] Esta figura foi retirada do material "Discutindo a astronomia", desenvolvido pelo grupo amador de astronomia Sputnik. Disponível em http://aprendendoastronomia.blogspot.com. Acesso em 25/11/2013>.

Esse argumento foi usado na Grécia antiga com o relato da observação da estrela Canopus. Sabemos assim que constelações visíveis em um determinado local da Terra não são as mesmas observadas em outra região em distinta latitude (EVANS, 1997, p.48).

Outro argumento muito usado para justificar a forma da Terra é a observação dos navios se afastando no horizonte do mar. Ao observar um navio se afastando do porto, uma pessoa na Terra observa o navio todo cada vez menor. Sabendo que o navio está se afastando rumo a alto mar, após percorrer uma distância, parte do casco do navio começa a ficar oculta e somente depois o mastro é visto pela pessoa que ficou na Terra (MARTINS, 1994, p.74).

Caso o mar, e consequentemente a Terra, tivesse um formato plano, seria observado o navio todo desaparecer de uma só vez. A observação do desaparecimento de partes do navio aos poucos, primeiro seu casco e depois seu mastro é exemplificada na figura 5.

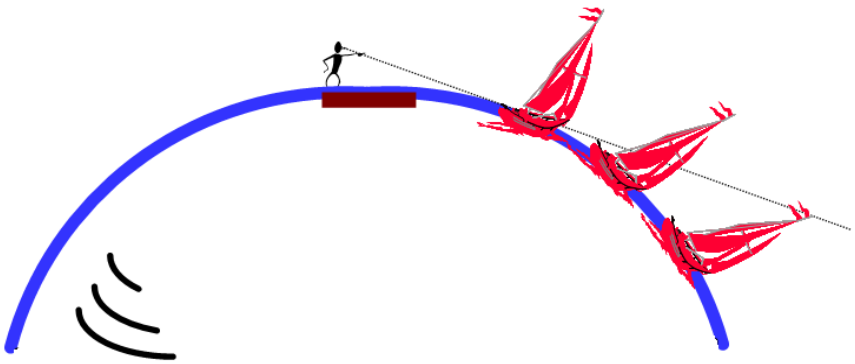

Figura 5 - Esquema de um observador visualizando o desaparecimento de um navio no horizonte do mar, em que as partes vão desaparecendo aos poucos[4]

Atualmente sabemos que o formato esférico da Terra é justificado com argumentos físicos que envolvem as ideias da *Lei da Gravitação Universal* enunciada por Newton. É possível demonstrar, com cálculos matemáticos, que a única forma possível para massas que se atraem de maneira simétrica é a forma esférica (NUSSENZVEIG, 2002, p.215).

Com isso, retomemos um dos problemas centrais da discussão se a Terra é plana ou esférica: somente com a observação direta da Terra, utilizando nossos sentidos primeiros, é possível concluir que a Terra é esférica?

---

[4] Esta figura foi retirada do material "O Sistema Solar" produzido pelo Centro de Divulgação da Astronomia do CDCC. Disponível em < http://www.cdcc.usp.br/cda/astro-multi-ifsc/index.html. Acesso em 25/10/2013>.

Caso estejamos levando em conta somente a observação primeira e ingênua, a resposta seria **não é possível** constatar sua esfericidade com esta observação. Porém, ao considerarmos a observação de outros astros e fenômenos, como a forma da Terra projetada em um eclipse lunar total, a variação das estrelas observadas por distintos observadores em diferentes regiões e a observação de navios se afastando no horizonte **seria possível** perceber que a Terra é esférica a partir da observação.

3.1.2. A Terra se movimenta ou está parada?

Todos os dias observamos o Sol e as estrelas se movimentarem ao redor da Terra, realizando ciclos, que chamamos atualmente de dia e noite. Considerando principalmente o movimento do Sol e das estrelas ao redor da Terra, poderíamos dizer que a Terra encontra-se estática no centro destes movimentos e todos os astros giram ao seu redor. Desta maneira, a primeira resposta que podemos obter para esta pergunta, através de evidências observacionais diretas, é que a Terra não se movimenta e o Sol e os demais astros giram ao seu redor!

Uma das condições para explicar os fenômenos que presenciamos na Terra é atribuir movimentos ao Sol e aos demais corpos celestes, de acordo com o observado. Este movimento recebe o nome de *movimento aparente diurno*, visto que é observado durante o dia através de um referencial localizado na superfície terrestre (BOCZKO, 1984, p.30).

Ao observarmos as estrelas durante a noite, não percebemos grandes variações de suas distâncias até a Terra ou mesmo de suas posições em relação umas às outras. Todas parecem girar em um movimento constante ao redor da Terra, aparentando estar “fixas” em uma semiesfera (a esfera celeste). Esse movimento das demais estrelas durante a noite é chamado de *movimento aparente noturno* (BOCZKO, 1984, p.34).

Embora o nome aparente carregue uma conotação depreciativa, este nome se deve a principalmente ao fato do movimento denominado ser constatado pelos sentidos da observação direta desde um referencial na superfície terrestre.

O modelo geocêntrico, que propõe os movimentos ao Sol e das demais estrelas em torno da Terra no centro destes movimentos, se apoia principalmente (mas não unicamente) nas observações do céu que se dão no referencial terrestre.

Desta maneira, para constatar com a observação o modelo em que a Terra se movimenta em torno do Sol uma possibilidade seria realizar uma mudança do referencial, com o observador saindo da Terra. No entanto, esta mudança de percepção somente seria possível em uma viagem espacial ou com o uso de recursos tecnológicos no espaço.

Para essa observação direta seria necessário então realizarmos uma grande aventura no espaço e no tempo: localizarmos-nos em um referencial em que pudéssemos observar o planeta como um todo, girando em torno de si, onde poderíamos perceber sua órbita completa em torno do Sol, após aproximadamente 365 dias. Com isso, a observação dos movimentos de rotação (girar em torno de si próprio) e revolução (girar em torno de outro ponto, no caso o Sol) da Terra se daria de maneira direta, no espaço e no tempo.

Entretanto, no referencial terrestre podemos ter alguns indícios de que a Terra possui movimentos através da observação de outros astros. Com uma observação sistemática do céu noturno, podemos constatar que há algumas "estrelas" que fogem da uniformidade do movimento das demais: as "estrelas errantes", que foram ganharam este nome em razão de seu movimento aparente distinguir do movimento dos demais corpos celestes. Estes corpos são atualmente chamados de planetas, que derivou do vocabulário Grego e que significa objetos cuja posição varia em relação às estrelas.

Um dos movimentos observáveis dos planetas é denominado "movimento retrógrado". Tal movimento observado recebe este nome devido ao planeta realizar um deslocamento aparente oposto ao movimento aparente dos demais corpos na esfera celeste. Na figura 6, apresentamos uma figura que representa o movimento retrógrado de Marte:

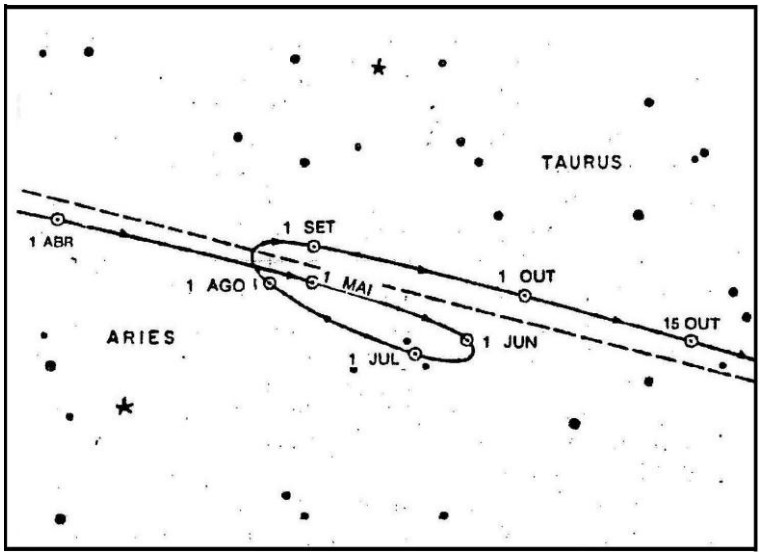

Figura 6 - Esquema do movimento retrógrado de Marte entre Áries e Touro[5]

Desta maneira, do ponto de vista da Terra, percebemos os movimentos aparente diurno do Sol e os movimentos das estrelas fixas e dos planetas. Dois modelos explicavam de maneiras distintas e satisfatórias estes movimentos observáveis: o modelo geocêntrico (anteriormente apresentado) e o modelo heliocêntrico.

O modelo heliocêntrico contrariava a observação direta e atribuía a Terra e aos demais planetas um movimento em torno do Sol. Neste modelo, na posição central estaria o Sol e os planetas observáveis girando em torno dele. Ainda que possamos observar alguns movimentos dos demais planetas que dão indícios de movimentos distintos ao das estrelas fixas, não observamos a Terra se mover.

Cabe-nos o seguinte problema: Como podemos constatar observacionalmente que a Terra se move em torno do Sol? Como podemos constatar que a Terra possui algum movimento?

Uma das maneiras de se constatar observacionalmente o movimento de revolução da Terra em torno do Sol, a partir do referencial terrestre, é observar a posição do Sol em

[5] Esta figura foi retirada do livro "A revolução Copernicana". De acordo com a legenda do livro "a linha tracejada é a eclíptica e a linha em cheio é o rasto dos planetas. Como podemos observar, Marte não se mantém sobre a eclíptica, o que, embora todo o seu movimento seja para leste entre as estrelas, há um período desde o meio de Junho até o princípio de Agosto, durante o qual ele se desloca para oeste" (KUHN, 1990, p.68 – fig. 15).

instantes próximo ao pôr do Sol, com relação às estrelas de fundo. Ao longo do ano, observamos que o Sol se põe no lado oeste do horizonte observável e diferentes constelações estão ao fundo, próximas à localização do Sol.

Um observador localizado no hemisfério Sul poderia constatar, em certo mês do ano, que o Sol se põe em relação à constelação de Escorpião, por exemplo. Alguns dias após esta observação, neste mesmo referencial, seria possível observar que o Sol se põe com a constelação de Sagitário ao fundo. Essa alteração das constelações de fundo pode ser explicada de maneira clara com a Terra se movimentando em torno do Sol e as constelações fixas na eclíptica como referencial de fundo.

Perceber os movimentos da Terra também envolve intuir algumas das consequências deste movimento. Se a Terra se move, porque não podemos sentir os efeitos de seus movimentos? Tudo que existe na Terra não sofre influências de seu movimento, ou existe algo que sofre?

Podemos considerar que a Terra é esférica e o tempo que ela leva para girar em torno de si mesma é intervalo do ciclo do dia e da noite (23 horas, 56 minutos e 4 segundos, o equivalente a cerca de 86.400 segundos). Desta forma, podemos calcular sua velocidade de rotação ($\omega = 2\pi/ T$), o que resulta em uma velocidade muito grande, algo quase impossível de não ser percebido, caso existisse.

Desta maneira, em razão da rotação da Terra poderíamos argumentar que há uma tendência da mesma em expelir os corpos de sua superfície. No entanto, não sentimos os efeitos dos movimentos da Terra! Por quê? Atualmente sabemos que isso não ocorre, pois essa tendência é inferior de expelir os corpos da superfície terrestre se opõe à força de atração gravitacional entre a Terra e os corpos em sua superfície.

Um argumento que pode evidenciar os efeitos do movimento de rotação da Terra é a existência do achatamento nos pólos da Terra. Esse argumento foi descrito por Newton no livro *Principia*, para justificar o movimento da Terra, afirmando que o achatamento da forma da mesma se deve aos efeitos deste movimento. Uma discussão didática dos caminhos descritos por Newton para provar a existência do achatamento da Terra como uma causa do movimento de rotação da mesma é feita por Pinto (2003, p.134).

Outra tentativa da física explicar a falta de sensação dos movimentos da Terra é feita com o uso dos conceitos de relatividade dos movimentos. Devido ao fato de estarmos na superfície terrestre, nos movimentamos junto com o nosso planeta, não perceberíamos seu movimento por estar em um referencial que se movem junto com a Terra (NUSSENZVEIG, 2002, p.248).

Um experimento que prova que a Terra se move em torno de seu eixo é o conhecido *Pêndulo de Focault*. Este experimento demonstrou que um pêndulo simples ao manter-se em oscilação constante durante um grande intervalo de tempo, o ângulo entre o plano de oscilação varia ao passar das horas, e completaria uma volta em aproximadamente 24 horas. A causa desta variação do ângulo, que depende da latitude de onde se realiza o experimento, se deve ao movimento de rotação da Terra. Essa é uma das evidencias experimentais dos efeitos da rotação da Terra.

Atualmente podemos justificar a causa do movimento de revolução da Terra e dos demais planetas em torno do Sol com a *Lei da Gravitação Universal*. Em razão dos planetas serem menos massivos do que o Sol, estes tem a tendência de se manter atraídos pelo Sol. Os planetas, por sua vez, descreveriam órbitas elípticas com o Sol em um dos focos. A explicação da ordem de afastamento dos planetas se dá em função da massa do planeta e da distância ao Sol.

Com isso, retomemos um dos problemas centrais da discussão se a Terra se move ou não: somente com a observação direta da Terra, utilizando nossos sentidos primeiros, é possível concluir que a Terra se move?

Caso estejamos levando em conta somente a observação primeira e ingênua, a resposta seria **não é possível** perceber seus movimentos com esta observação. Porém, ao considerarmos a observação de outros astros e fenômenos, explicações e experimentos físicos, como a percepção da variação das constelações de fundo próximas a posição do Sol num pôr do Sol, a relatividade dos movimentos, o achatamento dos polos da Terra, o experimento do *Pendulo de Focault*, **seria possível** perceber que a Terra se move a partir disto.

3.2. INTRODUÇÃO ACERCA DA PERSPECTIVA HISTÓRICA

Os conceitos de forma e de movimentos dos planetas do Sistema Solar apresentam uma interessante discussão quando voltamos nosso olhar para a maneira como este conhecimento foi discutido ao longo da história da ciência. A aceitação da esfericidade da Terra ou do modelo heliocêntrico constitui uma interessante discussão em que na história da humanidade foram apresentados argumentos físicos, teológicos e metafísicos para defender uma postura acerca da forma e movimentos destes corpos.

Neste sentido, apresentamos uma introdução de alguns dos episódios e personagens que aparecem nesta história que envolve a discussão sobre o formato da Terra e seus movimentos. Nas seções 3.2.1 e 3.2.2 apresentamos algumas das ideias que vem ao encontro das questões astronômicas desta pesquisa, que é a justificativa com base em elementos vivenciáveis físicos ou astronômicos da forma e dos movimentos dos planetas.

Limitaremos nossa breve introdução histórica àquelas contribuições que tangem a física clássica e não recorreremos aos argumentos que envolvem as ideias do espaço-tempo, apresentados no início do século XX com a Teoria da Relatividade Especial, visto a extensão deste trabalho.

Diversos são os trabalhos de historiadores da ciência que investigaram estes conceitos. Assim, buscaremos apresentar neste capítulo apenas alguns deles, na tentativa de apresentar uma síntese dos estudos realizados a partir de fontes históricas secundárias. Com isso, buscamos dar uma introdução e apreciar a aventura no conhecimento humano para estas questões desde a antiguidade até meados do século XVII, quando nos limitamos até as contribuições de Isaac Newton com a *Lei da Gravitação Universal*.

3.2.1. A esfericidade da Terra: de Aristóteles a Newton

Não se sabe ao certo quem teria sido o primeiro autor a conceber a Terra como uma esfera. Uma explicação para o surgimento da teoria da esfericidade da Terra envolve a experiência dos viajantes que perceberam que as estrelas vistas no céu mudam quando se percorre longas distâncias. Havia estrelas visíveis no Sul (no Egito, por exemplo), mas invisíveis na Grécia, como a brilhante Canopus (NEUGEBAUER, 1975).

Entre alguns filósofos da escola socrática na Grécia Antiga que podem ter considerado a esfericidade da Terra, estava Pitágoras e Parmênides. Esses autores viveram entre 600 e 450 a.C., sendo mais antigos que Aristóteles e Platão (DICKS, 1970).

Na época de Platão e de Aristóteles, cerca de dois séculos depois dos pré-socráticos mais antigos, já se considerava que a Terra é uma esfera (DICKS, 1970; LIVI, 1990; NEUGEBAUER, 1975; MARTINS, 1994; NEVES, 2000).

Platão (427 – 347 a.C.) seguia as tendências da escola pitagórica de matemática e considerava a Terra esférica a partir da ideia de perfeição da forma, não apresentando argumentos físicos ou observacionais. Em seu livro *Timeu*, uma possível interpretação é que *"o criador fez o mundo na forma de um globo redondo a partir de um torno, tendo seus extremos em todas as direções equidistantes do centro, a mais perfeita e mais adorável de todas as figuras"* (PLATÃO apud MARTINS, 1994). Neste trecho citado, Platão evidencia uma ideia de que o mundo e por sua vez a Terra tem um formato esférico ao se referir a um "globo", embora esta ideia se correlacione com uma crença de que esta forma é o retrato da perfeição divina.

Aristóteles (384 – 322 a.C.), posteriormente, defendeu a ideia de uma Terra esférica e enunciou argumentos bastante convincentes desta postura, como o fato de observadores em diferentes hemisférios enxergarem constelações diferentes. Ele usou o argumento já sabido de que quando se viajava para o Sul poderiam ser observadas estrelas que não eram vistas na Grécia (MARTINS, 1994, p.75).

Outro argumento apresentado por Aristóteles, que se baseia em fenômenos astronômicos, é a questão da forma da Terra que aparece em um eclipse lunar. Se a Terra fosse plana, a sombra da Terra projetada na Lua não seria circular, mas sim uma linha reta (MARTINS 1994, p.74).

Aristóteles não somente argumentou acerca da forma da Terra com suporte observacional do eclipse lunar ou das constelações visíveis em distintas regiões, mas manteve também coerência com suas ideias acerca da natureza da matéria e seus movimentos. Na visão de Aristóteles, a posição e o movimento de um objeto são determinados por sua composição. A Terra estaria localizada no centro do Universo porque o movimento natural de toda a matéria terra se dá em direção ao centro do universo e de maneira simétrica, gerando assim a forma de uma esfera (AGAN e SNEIDER, 2004).

Ainda, Aristóteles concebia o universo como um todo divido entre os mundos *Sublunar* (abaixo da esfera da Lua) e *Supralunar* (acima da esfera da Lua). Os planetas estariam situados na região supralunar, onde todos os corpos presentes são compostos pelo elemento *éter* e tidos então como "perfeitos". Em razão de a esfera ser tratada na época como uma "forma perfeita", com a tradição Platônica, os planetas só poderiam ser esféricos (NEVES, 2000).

Aristóteles mencionou também em seu livro *De Caelo*, um dos primeiros registros do tamanho da Terra, embora não mencione quem obteve esta medida. Ele menciona neste escrito o valor de 400.000 estádios. O valor exato da unidade de medida "estádio" não se sabe ao certo até os dias de hoje, embora se tenha uma ideia de algo próximo a 186 metros, o que convertendo daria uma Terra com cerca de 70.000 km, algo muito distante do valor aceito atualmente (40.000 km) (DREYER, 1953).

Uma das mais bem sucedida medida do raio Terra foi feita por Eratóstenes de Alexandria (285 - 194 a.C.), que estimou o raio da Terra considerando um evento astronômico que era conhecido pelos habitantes da cidade egípcia Siena (hoje chamada Assuã). No dia do solstício de verão, o Sol podia ser visto projetado no fundo de um poço de água, pois seus raios incidiam em Siena perpendiculares a superfície da Terra ao meio-dia. Calculando a distância angular entre as cidades de Alexandria e Siena, Eratóstenes encontrou um valor de cerca de 39.700 km para a circunferência da Terra. Esse valor é muito próximo do valor do raio da circunferência conhecida atualmente (39.940,6 km) (DREYER, 1953).

Um argumento bastante conhecido com as grandes navegações é a ideia de que Terra seria plana e os navegantes no final da Terra cairiam num grande abismo. Esta história é tida como o "Mito da Terra Plana" e em 1945, a *Historical Association*, da Inglaterra, considerou esse mito como um dos 20 erros mais comuns na história[6]. Não nos cabe nesta pesquisa analisar todos os argumentos que justificam isto ser um mito.

Após o advento da física Newtoniana, no século XVII, a *força gravitacional* é o principal argumento que justifica a forma esférica dos planetas do Sistema Solar. O fato de esta força ter simetria esférica explica porque dada uma distribuição de massas, que se atrai, a tendência é estabilizarem num formato aproximadamente esférico.

---

[6] Members of the Historical Association. Common errors in history. General Series, G.1. London: P.S. King & Staples for the Historical Association., p. 4–5, 1945.

3.2.2. Os movimentos nos modelos Heliocêntrico e Geocêntrico

Assim como a ideia de Terra esférica, os Pitagóricos já imaginavam a mobilidade da Terra embasada nas ideias da harmonia matemática e geométrica. No século V a. C. o filósofo Filolau já teria imaginado que a Terra se move em torno de um fogo central e por este fogo que seriamos aquecidos. Para evitar a possibilidade de a Terra ser inteiramente queimada por este fogo central, havia algo como uma "contra Terra" que estaria posicionada entre o fogo e nossa Terra, e que se move junto com nosso planeta, não permitindo assim que este fogo fosse visualizado (ZANETIC, 2007, p.21).

Também na Grécia Antiga, Aristarco de Samos (320-250 a.C.) propôs um modelo com a Terra, assim como os demais corpos celestes com movimento ao redor do Sol e este no centro do Universo. No entanto, esse modelo foi esquecido por quase dois mil anos e não ganhou muitos adeptos na época, visto que se apresentava completamente contraditório à física aristotélica predominante na época e ainda contrariava o que deduzíamos com os sentidos e a experiência cotidiana (FERRIS, 1990).

A hipótese da Terra em movimento imaginada pelos pitagóricos na Grécia antiga não era a visão predominante naquela época. O paradigma dominante era a ideia da Terra imóvel no centro do Universo com os demais corpos celestes girando a seu redor, ou seja, o paradigma do modelo geocêntrico (KUHN, 1990).

De acordo com a interpretação do historiador da ciência Thomas Kuhn, o paradigma da física de Aristóteles, dominante até meados do século XVI, influenciou os modelos de universo centrados na Terra. Com a subdivisão dos mundos lunar e supralunar e com os movimentos dos corpos celestes perfeitos, todos os corpos celestes estariam localizados em esferas perfeitas que se movem em torno do centro do Universo. Ao considerar a Terra "no centro do Universo" (diferentemente de ser o centro do Universo, que Aristóteles distinguia de maneira muito clara) todos os corpos do universo giram nas suas esferas ao redor da Terra.

Aristóteles influenciou profundamente um dos primeiros modelos com a Terra imóvel no centro dos movimentos dos demais corpos celestes. No século II d.C., Claudio Ptolomeu (90 – 168 d.C.) desenvolveu um sistema matemático com base nas ideias centrais de Aristóteles. Este modelo previa de maneira satisfatória os fenômenos como fases da Lua, os eclipses solar e lunar, as estações do ano e os movimentos das estrelas observados.

O modelo geocêntrico de Ptolomeu explicava também os movimentos retrógrados observados, por exemplo, usando alguns artifícios geométricos. Alguns matemáticos gregos, como Apolônio e Hiparco (século II a.C.), introduziram os recursos matemáticos chamados **deferente** (um círculo centrado na Terra sobre o qual estava centrado outro círculo em movimento) e **epiciclo** (em que estava localizado o planeta também em movimento que seriam usados por Ptolomeu), buscando assim reproduzir o movimento de todos os corpos celestes até então conhecidos (KUHN, 1990, p.80-83). Tais arranjos geométricos davam conta de explicar os dados observacionais existentes até aquela época.

Os epiciclos e deferentes foram aperfeiçoados por diversos outros personagens que aprimoraram estas técnicas matemáticas, buscando corrigir as irregularidades observadas e reforçar o paradigma predominante (KUHN, 1990, p.86). No entanto, para que o modelo geocêntrico de Ptolomeu explicasse de maneira satisfatória a observação foi introduzido à ideia de **equante**, um ponto de referencia abstrato para os movimentos dos deferentes e epiciclos. Este ponto foi um recurso inteiramente abstrato para adequar os dados observados e o modelo.

Embora este sistema desse conta de explicar e prever inúmeros eventos astronômicos, ele enfrentava alguns problemas observacionais que não podiam ser bem resolvidos dentro das condições teóricas e geométricas deste modelo, como: explicar a ordem de afastamento dos planetas com relação ao Sol e porque sempre Mercúrio e Vênus são vistos na proximidade do Sol e Marte, Júpiter e Saturno tanto em conjunção como em oposição ao Sol (ZANETIC, 2007, p.51).

O modelo heliocêntrico passou a ser novamente defendido muito tempo depois de Aristarco, principalmente com a repercussão dos trabalhos de Nicolau Copérnico (1473-1543), no século XVI. Embora o modelo desenvolvido por Copérnico fizesse o uso de inúmeros recursos utilizados por Ptolomeu, como os epiciclos e excêntricos, Copérnico negou aceitar as ideias do equante (KUHN, 1990, p.87). Mas a principal das diferenças retomada de outros personagens foi considerar o movimento da Terra.

O modelo heliocêntrico resolveu de maneira mais direta, sem o uso de equantes, por exemplo, alguns dos problemas que o geocentrismo resolvia de maneira abstrata, como: 1. Explicar os movimentos retrógrados dos planetas sem o uso dos epiciclos; 2. Explicar o aparecimento de Mercúrio e Vênus próximos ao Sol, devido aos raios de suas órbitas serem

menores que o da Terra; 3. Explicar porque Marte, Saturno e Júpiter podem ser observados em oposição ao Sol atribuindo raios de órbitas maiores do que a Terra (KUHN, 1988, p.201).

No entanto, o modelo de Copérnico ainda apresentava alguns problemas que até então não poderiam ser resolvidos com clareza, como explicar porque os dados pareciam indicar um suposto crescimento do raio das órbitas dos planetas em torno do Sol (KUHN, 1990, p.203). Neste modelo, Copérnico não se desprendeu da necessidade de os planetas seguirem órbitas circulares. Isso pode ter sido uma herança do modelo aristotélico-ptolomaico.

Outro problema que não poderia ser resolvido pelo modelo heliocêntrico era explicar a periodicidade dos exatos dias que iniciam um solstício e um equinócio. O movimento da Terra em torno do Sol em órbita circular provocaria com que tivesse seu eixo de rotação apontando para diferentes direções ao longo do ano (KUHN, 1990, p.188).

Para resolver este problema, Copérnico imaginou um terceiro movimento da Terra, um movimento cônico anual do eixo de rotação da Terra (KUHN, 1990, 184). Este terceiro movimento da Terra repercutiu como um absurdo, ademais de atribuir dois movimentos ao nosso planeta. Ele tentava resolver o problema de se determinar exatamente quando o equinócio de primavera se inicia, ou seja, se determinar com precisão o inicio e o fim das estações do ano (KUHN, 1990, p.188).

Outro problema que enfrentava o modelo de Copérnico foi explicar a previsão da variação do brilho e do tamanho de Vênus que tinha seu modelo, o que podemos chamar atualmente de fases de Vênus. Essa variação era prevista teoricamente, mas não era possível de se observar a olho nu. A percepção das fases só foi possível após o advento do telescópio e as observações deste planeta feitas por Galileu Galilei (1564-1642) no século XVI.

No entanto, o grande argumento que ainda deveria ser enfrentado pelo modelo heliocêntrico de Copérnico se dava sobre os efeitos do movimento de rotação da Terra não serem percebidos pelos sentidos do homem. Para contestar este argumento, era preciso recorrer ao conceito de relatividade do movimento discutido por muitos pensadores do século XVI. Galileu usou esta ideia para refutar o argumento da queda livre de uma pedra, que ao ser lançada deveria cair distante da vertical, devido ao movimento da Terra, porém isso não era observado.

Galileu forneceu uma explicação cinemática do porque da queda da pedra na vertical, não cair distante da vertical, o que refuta a ideia da rotação da Terra. Ainda que ele tenha

fornecido uma explicação cinemática para justificar a influência do movimento da Terra na queda livre de um corpo, isso contrariava as evidências observacionais (MARTINS, 1994).

Além das discussões sobre a rotação da Terra, Galileu contribuiu para a aceitação do modelo heliocêntrico com suas observações acerca das fases de Vênus, das luas de Júpiter e das crateras da Lua, publicadas originalmente em seu livro *O mensageiro das estrelas*. Com as luas de Júpiter, Galileu contribui para a quebra da hegemonia aristotélica de que os corpos celestes só poderiam ter movimentos ao redor do centro do Universo (que coincidia com o centro da Terra).

Outros personagens importantes na história da descrição e interpretação dos movimentos dos planetas foram o astrônomo Tycho Brahe (1546–1601) e o matemático Johannes Kepler (1571-1630). Embora estivesse inicialmente argumentado que as órbitas dos planetas seguem figuras geométricas perfeitas (o que se trata de resquícios da concepção platônica de universo), Kepler chegou a calcular as órbitas dos planetas ao redor do Sol a partir dos dados obtidos por Brahe.

Estudando principalmente os dados de Brahe referentes ao movimento de Marte, Kepler procurou descrevê-los usando formas dos sólidos geométricas perfeitos para descrever o movimento de Marte. No entanto, ao tentar ajustar os dados na forma geométrica ele obteve um desvio de cerca de 8 minutos, o que era incompatível com os dados que utilizava que possuíam um desvio de cerca de um décimo de grau, concluindo que a órbita de Marte não poderia ser circular (KUHN, 1990, p.251).

No entanto, até meados do século XVII ainda haveria duas questões sobre os movimentos dos planetas a serem resolvidas: Quais as leis e causas físicas dos movimentos dos planetas em torno do Sol? Qual a prova de que a Terra está em movimento?

A primeira questão foi somente respondida de maneira satisfatória com a lei da gravitação Universal, enunciada por Newton nos *Principia.* De acordo com Kuhn (1990), esta foi a explicação física dos movimentos dos planetas e contribuiu para o novo paradigma.

Uma das provas mais importantes para perceber o movimento da Terra, a rotação, só viria no século XIX com o experimento conhecido como “Pêndulo de Foucault”. Em 1851, Léon Foucault (1819–1868) demonstrou publicamente o movimento de um pêndulo de 11 metros, sem torção, a partir da variação, mesmo que lentamente, de seu plano de oscilação (MATTHEWS, 2004).

CAPÍTULO 4

A PEDAGOGIA DE PAULO FREIRE QUE NOS INSPIRA

Neste capítulo apresentamos algumas ideias do educador brasileiro Paulo Freire (1921-1997) que inspira pedagogicamente o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem proposto nesta pesquisa. Inicialmente, na seção 4.1, apresentamos algumas das ideias centrais deste autor, introduzindo conceitos amplamente presentes em suas obras, como a ideia de educação bancária e de dialogicidade.

Na seção 4.2, apresentamos algumas ideias do livro *Extensão ou Comunicação* estabelecendo um possível paralelo entre os personagens do *agrônomo* e do *camponês* com as figuras do *professor* e do *aluno*, respectivamente. Na seção 4.3 introduzimos a discussão acerca da Extensão Universitária, um dos pilares das atividades das universidades do Brasil, estabelecendo aproximações e distanciamentos com o significado da atividade extensionista definida e criticada por Paulo Freire.

Por fim, na seção 4.4, apresentamos a proposta dos *Três Momentos Pedagógicos* que foi sistematizada por pesquisadores em ensino de física da década de 80 numa tentativa de levar para a sala de aula as ideias de Paulo Freire. Esta metodologia nos auxiliou na estruturação da proposta de ensino-aprendizagem descrita no capítulo 6.

4.1. PROBLEMATIZAÇÕES E DIÁLOGOS

Em toda sua obra, Paulo Freire foi bastante crítico à visão da transmissão do conhecimento de maneira unilateral, em que os alunos apenas recebem o mesmo de maneira passiva e o professor é o detentor do saber, sendo um dos principais educadores brasileiros a discordar da ideia de que o conhecimento se constitui algo definido, objeto de apenas transmissão:

> Na visão "bancária" da educação, o "saber" é uma doação dos que se julgam sábios aos que julgam nada saber. Doação que se funda numa das manifestações instrumentais da ideologia da opressão - a absolutização da ignorância, que constitui o que chamamos de alienação da ignorância, segundo a qual esta se encontra sempre no outro. (...)

> ...a) o educador é o que educa; os educandos, os que são educados; b) o educador é o que sabe; os educandos, os que não sabem; c) o educador é o que pensa; os educandos, os pensados; d) o educador é o que diz a palavra; os educandos, os que a escutam docilmente; e) o educador o que disciplina; os educandos, os disciplinados; f) o educador o que opta e prescreve sua opção; os educandos os que seguem a prescrição; g) o educador é o que atua; os educandos, os que têm a ilusão de que atuam, na atuação do educador; h) o educador escolhe o conteúdo programático; os educandos, jamais ouvidos nesta escolha, se acomodam a ele; i) o educador identifica a autoridade do saber com sua autoridade funcional, que opõe antagonicamente à liberdade dos educandos; estes devem adaptar-se às determinações daquele; j) o educador, finalmente, é o sujeito do processo; os educandos, meros objetos. (FREIRE 1970, p. 34)

Como oposição ao ensino tradicional, marcado pelo predomínio de ações do professor em que o mesmo "fala sobre os conteúdos" e os alunos simplesmente ouvem atentamente e copiam o que é escrito na lousa, Paulo Freire defendeu uma educação problematizadora e dialógica, onde o processo de ensino-aprendizagem deva ser realizado pelo professor *com* o aluno, em contrapartida à educação "bancária" - aquela realizada *sobre* o aluno.

Assim, o educando assumiria um papel central no processo de ensino-aprendizagem, tendo as experiências cotidianas dos educandos como ponto de partida. A partir de uma pesquisa realizada pelo educador e pela comunidade, o educador conheceria a realidade e a experiência vivida pelo aluno.

Na pedagogia de Paulo Freire, por sua vez, a ideia de *tema gerador* é justamente o objeto de interesse que, uma vez explorado, promover-se-á como fonte dos diálogos entre educadores e educandos (1970, p.54). Caberia ao professor, ou à equipe de professores, identificar os fenômenos ou situações de maior relevância dos contextos sociocultural e econômico do aluno e da população em questão (DELIZOICOV, 2001).

A investigação das experiências existenciais dos educandos é realizada através do "diálogo" entre educador, educando e a comunidade, sendo esta um aspecto central da educação problematizadora de ser com o aluno. Para Paulo Freire, é dialogando com o aluno sobre algo que lhe é familiar que poderá ocorrer sua participação efetiva neste diálogo. E com o diálogo, seria possível problematizar as situações abstraídas do cotidiano, evidenciadas pelo tema gerador.

Sendo o caso de alfabetizar um grupo de operários de uma olaria, como exemplifica Freire, a palavra 'tijolo', bastante presente em sua fala, pode ser decodificada, desmontada, questionada e mostrar-se-á composta pelas sílabas ti-jo-lo, e neste momento o questionamento

incidente sobre a formação sonora desses pedaços passará pela descoberta das letras: t-i-j-o-l-o. Sondando um objeto, questionando-o, problematizando-o, promove-se um diálogo entre educador e educando sobre o ente cognoscível.

Nessa visão, a problematização é condição fundamental no processo de ensino-aprendizagem:

> Na verdade, nenhum pensador, como nenhum cientista, elaborou seu pensamento ou sistematizou seu saber científico sem ter sido problematizado, desafiado. Embora isso não signifique que todo homem desafiado se torne filósofo ou cientista, significa, sim, que o desafio é fundamental à constituição do saber (FREIRE, 1988, p. 54).

Freire ainda propõe o conhecimento como uma entidade dinâmica: não se trata de uma aquisição que *foi*, mas de uma conquista que *está sendo*. Conhecer remete a questionar, repensar e atuar, dada a existência atuante transformadora do homem.

> Conhecer, na dimensão humana, que aqui nos interessa, qualquer que seja o nível em que se dê, não é o ato através do qual um sujeito, transformado em objeto, recebe, dócil e passivamente, os conteúdos que outro lhe dá ou impõe. O conhecimento, pelo contrário, exige uma presença curiosa do sujeito em face do mundo. Requer sua ação transformadora sobre a realidade. Demanda uma busca constante: Conhecer é tarefa de sujeitos, não de objetos. E é como sujeito e somente enquanto sujeito, que o homem pode realmente conhecer (FREIRE, 1988, p. 27).

O educar pela problematização envolve trazer à tona os problemas inerentes a um objeto da realidade e sobre ele promover o diálogo que transformará tanto as concepções dos educandos, quanto a dos educadores. São exemplos de objetos de discussão o saneamento básico de um bairro pobre, a questão da economia de água e de energia, uma epidemia, o fenômeno da chuva, dentre outros.

Na pedagogia freireana, o diálogo é essencial e conduzido pelo educador a fim de que ele e os educandos aprendam um com o outro. A crítica ao ensino tradicional e a defesa de uma participação mais ativa dos estudantes pode nos dar a impressão de que com isso Paulo Freire defenda o fim das aulas expositivas. Porém, em sua *Pedagogia da Esperança* (1993), ele argumenta contra essa ideia:

> O diálogo tem significação precisamente por que os sujeitos dialógicos não apenas conservam sua identidade, mas a defendem e assim crescem um com o outro. (...) Não há diálogo no espontaneísmo como no todo-poderosismo do professor ou da professora. A relação dialógica não anula como às vezes se pensa a possibilidade do ato de ensinar. Pelo contrário, ela funda este ato, que se completa e se sela no outro, o de aprender, e ambos só se tornam verdadeiramente possíveis quando o pensamento crítico, inquieto, do

> educador não freia a capacidade de criticamente também pensar ou começar a pensar do educando... O diálogo não pode ser responsabilizado pelo uso distorcido que dele se faça. Por sua pura imitação ou por sua caricatura. O diálogo não pode se converter num "bate-papo" desobrigado que marche ao gosto do acaso entre professor ou professora e educandos (FREIRE 1993, p.118, grifos nossos).

No entanto, Freire critica a postura comum de que afirmações como 4x4=16 ou que a fórmula química da água, H_2O, sejam transmitidas como verdades prontas para os estudantes, e que estes as memorizem e aceitem passivamente. Propõe, por exemplo, que se mostre que 4x4=16 apenas se utilizarmos o sistema decimal de unidades, ou que 4x4 seja traduzido para experiência concreta, fazendo 4 tijolos 4 vezes. Da mesma forma, numa demonstração experimental em laboratório de que a água é composta por hidrogênio e oxigênio, por exemplo:

> É necessário que o educando perceba, em termos críticos, o sentido do saber como busca permanente. É preciso que se discuta o significado deste achado científico; a dimensão histórica do saber, sua inserção no tempo, sua instrumentalidade. E tudo isso é tema de indagação, de diálogo (FREIRE, 1988, p. 52).

O que se defende é um diálogo em que participem educadores, alunos e o conteúdo de interesse e não um bate-papo livre ao gosto dos alunos. Nessa proposta, os alunos não precisam estar falando o tempo todo, sendo perfeitamente adequado que haja momentos em que o professor faz exposições: "o mal, na verdade, não está na aula expositiva, na explicação que o professor faz, não é isso o que caracteriza o que eu critiquei como prática bancária" (FREIRE 1993, p.119).

Há aulas expositivas bancárias, que Freire as crítica, que ocorrem quando os alunos são completamente passivos e o professor decide sozinho, sem levar em conta a existência dos alunos, os rumos que sua exposição vai tomar. Mas há também, por exemplo, exposições em que o professor pede que os alunos analisem o que foi exposto, estimulando seu espírito crítico e aprofundando o conhecimento sobre o assunto. Esse seria um dos papeis centrais do professor: estimular o espírito crítico dos estudantes.

4.2. *EXTENSÃO OU COMUNICAÇÃO?* TRAÇANDO UMA POSSÍVEL ANALOGIA ENTRE PROFESSOR-AGRICULTOR E ALUNO-CAMPONÊS

Em seu livro *Extensão ou Comunicação?* (FREIRE, 1988), Freire trata da relação entre agrônomos e camponeses no contexto das discussões sobre o aumento da produtividade na agricultura. Tendo como ponto de partida estas ideias, faremos aqui uma transposição dos papeis e discussões para o contexto da educação, traçando um paralelo com a relação entre professores e alunos na sala de aula.

Um dos paralelos interessantes entre os papeis camponeses-alunos e agrônomos-professor é a tensão entre estabelecer diálogos, o que demanda tempo, e a necessidade de aumentar a produtividade da agricultura. Segundo Freire, essa é uma objeção comum dos técnicos às propostas dialógicas: "seus resultados são lentos, duvidosos, demorados. Sua lentidão, apesar dos resultados que pudesse produzir não se concilia com a premência do país no que diz respeito ao estímulo à produtividade" (FREIRE 1988, p. 45).

Nas salas de aula, temos o mesmo problema quando se trata de realizar inovações, propondo aulas dialógicas e com menor quantidade de conteúdo. Assim, a produtividade "diminuiria", o que pode levar o professor a preferir voltar ao modo tradicional de dar aulas, buscando transmitir conhecimentos da forma mais rápida possível.

Contra essa objeção, Freire reconhece a importância de se enfatizar o aumento da produção, mas argumenta que também é tempo perdido, do ponto de vista humano, o tempo em que homens são tratados como objetos:

> ... Que se usa em blá-blá-blá, ou em verbalismo, ou em palavreado, como também é tempo perdido o tempo do puro ativismo, pois que ambos não são tempos da verdadeira práxis. Não há que considerar perdido o tempo do diálogo que, problematizando critica e, criticando, insere o homem em sua realidade como verdadeiro sujeito de sua transformação (FREIRE 1988, p. 50).

Outra questão delicada é a possibilidade de se estabelecer diálogos sobre assuntos técnicos, que não são de conhecimento geral seja pelos camponeses, seja pelos alunos. Como seria possível, numa aula de Ciências ou matemática, propor diálogos sobre assuntos técnicos que os alunos não conhecem e não tem nenhuma familiaridade, como por exemplo, sobre a multiplicação de compostos ou sobre a composição química da água?

Ainda, Freire defende que tudo é problematizável, criticando a memorização de fatos dados como prontos:

> O que se pretende com o diálogo não é que o educando reconstitua todos os passos dados até hoje na elaboração do saber científico (...) [mas sim] a problematização do próprio conhecimento em sua indiscutível relação com a realidade concreta na qual se gera e sobre a qual incide, para melhor compreendê-la, explicitá-la, transformá-la (FREIRE, 1988, p. 52).

4.3. SERIA A EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA UMA ATIVIDADE EXTENSIONISTA?

Ao referir-se ao termo Extensão, Freire traça uma discussão crítica e um tanto condena a ação extensionista do agrônomo perante o agricultor, na qual, o agrônomo seria o detentor do conhecimento que se lança do contexto da produção do conhecimento para fazer uma extensão do mesmo ao agricultor.

Buscaremos traçar uma discussão acerca do termo extensão universitária que pode ser valida para discussões sobre a formação de professores, fazendo o paralelo com alguns dos parâmetros apresentados por Paulo Freire, que vem ao encontro da proposta ideológica de formação docente presente nesta pesquisa.

Assim, acreditamos ser de extrema importância uma discussão acerca da atividade de *Extensão Universitária* para explicitar nosso ponto de vista sobre o que e como compreendemos que deve ser um curso de extensão para a formação de professores, neste caso, em Astronomia.

No início de seu livro *Extensão ou Comunicação,* Freire apresenta uma definição para o termo extensão:

> Transmissão;
>
> Sujeito ativo (o que estende);
>
> Conteúdo (que é escolhido por quem estende);
>
> Recipiente (do conteúdo);
>
> Entrega (de algo que é levado por um sujeito que se encontra “atrás do muro” àqueles que se encontram “além do muro”, “fora do muro”. Daí que se fale em atividades extramuros);
>
> Messianismo (por parte de quem estende);
>
> Superioridade (do conteúdo de quem entrega);
>
> Inferioridade (dos que recebem);
>
> Mecanicismo (na ação de quem estende);
>
> Invasão cultural (através do conteúdo levado, que reflete a visão do mundo daqueles que levam, que se superpõe à daqueles que passivamente recebem).
>
> (FREIRE, 1988, p. 22; grifos nossos).

Dessa citação, chamemos dois pontos à atenção:

1) Que a ação extensionista pressupõe uma diferença de status entre o sujeito superior, detentor do conhecimento e o inferior, receptáculo do mesmo.

2) O termo "atrás do muro" é relevante, uma vez que definir-se a extensão universitária como o levar o conhecimento para além dos muros da universidade.

Segundo o dicionário Priberam (2011), alguns dos significados possíveis para o verbo "estender" são: alargar, alongar, esticar, prolongar, propagar, difundir. Esses dois últimos sinônimos são particularmente interessantes, já que a divulgação e a difusão de conhecimentos têm direta relação com os objetivos dos cursos de extensão universitária.

Na década de 30, a extensão era vista como uma via de mão única, onde é flagrante a extensão do conhecimento da universidade, "que desconhecendo a cultura e o saber popular, apresentava-se como detentora de um saber absoluto, superior e redentor da ignorância" (SERRANO, 2011), para o público fora dos muros da academia.

Na década de 70, "falava-se em realimentação, mão dupla, retroalimentação e outras terminologias similares que, na realidade, propiciaram a incorporação do sentido de comunicação ao extensionismo" (ROCHA, 2001).

Atualmente vejamos um exemplo típico de como universidades definem as atividades de Extensão Universitária:

> A Extensão, atividade acadêmica identificada com os fins da Universidade, é o processo educativo, cultural e científico articulado com o ensino e a pesquisa, de forma indissociável, ampliando a relação entre a Universidade e a sociedade. Apresenta-se como uma via de mão dupla na qual a comunidade acadêmica tem a oportunidade de aplicar seus conhecimentos em benefício da sociedade. No retorno à Universidade, docentes, discentes e técnicos administrativos trazem um aprendizado que submetido à reflexão teórica se acrescenta àquele conhecimento, possibilitando a geração de novos saberes. (UFRJ, 2011).

Porém, para responder à pergunta central desta seção, não é suficiente partir de definições ou da coincidência da palavra "extensão" na atividade universitária e na crítica freireana. Para isso seria necessário um estudo das práticas de cursos de extensão.

De fato, se o conhecimento ainda é tido, no senso comum, como objeto passível de posse e transporte, e se isso implica uma postura pedagógica tipicamente tradicional e

extensionista no ensino em geral (e em particular, no ensino superior) não é insensato partir da hipótese de que o mesmo se dê nos cursos de extensão universitária.

Assumindo um contexto em que uma extensão universitária é freireanamente extensionista, cabe questionarmos em que medida (e de que formas) podemos pensar uma extensão universitária dialógica que não somente estende seus conhecimentos.

A partir desse ponto vale colocar mais uma nota acerca da dialogicidade. De fato, o diálogo não opera pela simples duplicidade dos sentidos em que os sujeitos (educador e educando) aprendem. Ou seja: o fato de que o educador também aprende com o educando não é suficiente para que estejamos diante de uma situação dialógica, já que o diálogo pressupõe, como já apontamos, uma problematização que leve a uma verdadeira transformação (dos sujeitos e de suas realidades).

Se a "via de mão dupla" constitui-se de simples trocas de informações, está claro que, sob o pensamento freireano, não se pode falar em conhecimento. Mas, caso configure um diálogo e que seja bem sucedida a intenção de "aplicar seus conhecimentos em benefício 'em transformação' da sociedade", podemos estar distantes de uma extensão e configurando uma verdadeira comunicação.

4.4. OS "TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS" E A ASTRONOMIA

Atualmente podemos encontrar algumas pesquisas que propõe situações didáticas na para o ensino de ciências utilizando como referencial as ideias de Paulo Freire (SILVA, 2004; MORTIMER et al 2010; AVELAR et al, 2011; ALBUQUERQUE, 2012).

Como evidenciam Gehlen et al (2012), o uso dos 3MP se dá por estas pesquisas em diversas situações envolvendo problematizações de distintas problemas, como questões relacionadas ao movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), questões sociais propostas pelos temas transversais sugeridos pelos PCNs e situações que envolvem o contexto do estudante.

Inspirada nas ideias do educador brasileiro Paulo Freire (1921-1997), a proposta dos *"Três Momentos Pedagógicos"* (3MP) surgiu ao final da década de 70 com a intenção de auxiliar a delinear atividades para a educação com base na concepção freireana.

Em linhas gerais, essa proposta surgiu no contexto da apropriação dos aspectos da pedagogia freireana nos projetos de ensino de Ciências da década de 70. A partir da reflexão de um grupo de pesquisadores do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, as primeiras tentativas de incorporação se deram em um projeto de ensino de ciências para as 5ª e 6ª séries do ensino fundamental na Guiné-Bissau. Em seguida, o projeto se desenvolveu no Rio Grande do Norte e em São Paulo (MUENCHEN E DELIZOICOV, 2010).

A proposta dos *Três Momentos Pedagógicos* pode ser explicitada, resumidamente, como: *1) Problematização inicial; 2) Organização do conhecimento; 3) Aplicação do conhecimento.*

A *problematização inicial* propõe que se parta do conhecimento vivencial dos estudantes, sendo estes expostos em discussões em pequenos grupos, para posteriormente serem levados para a sala toda, em uma discussão no grande grupo. O papel do professor é questionar, provocar a dúvida e gerar interesse pela discussão. O objetivo é instigar que os estudantes sintam a necessidade de dialogar no processo de adquirir novos conhecimentos.

> São apresentadas questões e/ou situações para discussão com os alunos. Sua função, mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, é fazer a ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam para as quais provavelmente eles não dispõem de conhecimentos suficientes para interpretar total ou corretamente (DELIZOICOV e ANGOTTI, 2002, p.54).

Neste momento, o educador preza por evidenciar as dúvidas, mais do que responder e fornecer explicações completas. A problematização pode ocorrer tanto a partir do tema gerador, obtidos pela investigação temática com os alunos e a comunidade, ou a partir de um problema a ser resolvido, em que surge a necessidade de adquirir novos conhecimentos.

Cabe evidenciar aqui, como analisado por Muenchen (2010), que houve uma mudança do que se entende pelo primeiro momento pedagógico proposto desde sua primeira concepção, com os projetos desenvolvidos em Guiné-Bissau e no Rio Grande do Norte.

A proposta inicial para o primeiro momento consistia em partir de um “tema gerador” que guiaria a problematização, e faria a relação com o conhecimento vivenciável pelos alunos. Após sua reformulação, os autores da proposta ampliam as perspectivas ao propor que a problematização inicial seja eleita com base no critério de estar vinculada ao conteúdo tratado, como evidencia Muenchen:

> De fato, essa mudança na proposta de uso do primeiro momento está relacionada às diferentes perspectivas didático-pedagógicas que embasam as proposições oriundas dos três projetos anteriores e a do projeto do qual o livro é parte constituinte (Coleção Magistério)... As alterações dizem respeito, sobretudo, às diferenças existentes entre uma abordagem conceitual e uma abordagem temática (MUENCHEN, 2010, p.136).

Desta maneira, o principal critério que norteia a escolha das questões da problematização é a sua relação com o conteúdo a ser desenvolvido, estando sempre que possível relacionada a situações reais que os alunos conhecem e presenciam.

> A segunda etapa dos momentos pedagógicos tem como objetivo a *organização dos conhecimentos,* em que os temas selecionados são aprofundados. Nesta etapa o conhecimento científico é aprofundado a partir dos questionamentos iniciais que poderiam ser desestruturados, para posteriormente construir o conhecimento científico, visto que:
> ... Abordagem dos conhecimentos científicos necessários à compreensão da realidade era desenvolvida. Buscava-se a desestruturação das explicações dos estudantes, para logo após formular problemas que podiam levar os estudantes à compreensão de outro conhecimento, ou seja, do conhecimento científico (MUENCHEN e DELIZOICOV, 2010, p.6).

No segundo momento, o *aprofundamento do conhecimento*, o conhecimento científico não é exposto de maneira estancada, com fim em si mesmo, mas correlacionado com o problema inicial, que pode ser relacionado com a vida dos alunos, mantendo-os envolvidos no trabalho de aquisição do conhecimento:

> Ou seja, introduz-se a ideia de que a intenção é que o conhecimento científico está colocado na perspectiva de compreensão da problematização e do tema, e não como um fim em si mesmo. Para desenvolver esse momento, o professor é aconselhado a utilizar como recurso diversas técnicas de ensino, tais como: estudo em grupo, seminários, visitas e excursões. (MUENCHEN, 2010, p.137).

No terceiro momento, a *aplicação do conhecimento*, os conceitos aprofundados na etapa anterior são explorados através de uma síntese ou aplicados em novas situações que exijam tais conhecimentos, em que:

> Constata-se um retorno para a discussão do que é proposto inicialmente no primeiro momento, ou seja, um retorno às questões iniciais assim como a proposição de novas questões que possam ser respondidas pela mesma conceituação científica abordada no segundo momento, na intenção de transcender o uso do conhecimento para outras situações que não apenas a inicial... (MUENCHEN e DELIZOICOV, p.6, 2010).

Desta maneira, os Três Momentos Pedagógicos tentam garantir o constante diálogo entre questões que se relacionam com perspectivas vivenciáveis e o conhecimento científico, buscando sempre dialogar entre estas duas esferas.

No ensino de temas da astronomia, um problema no contexto da astronomia não necessariamente é um problema de "vida" do sujeito, em que ele tenha se deparado ao longo de sua vida. Isso faz com que não pretendemos nesta pesquisa partir de um tema gerador, que surge através de uma investigação temática dos problemas da realidade do sujeito.

A astronomia, atualmente, quase nunca é um problema de vida para o sujeito. Diferentemente se olharmos seu papel na vida da humanidade ao longo da história, em que percebemos problemas na vida do ser humano relacionados ao conhecimento astronômico com colheitas, plantações, calendários, localização e etc.

No entanto, a astronomia pode vir a ser um problema relacionado a questionamentos envolvidos em suas observações, sensações e vivências que evidenciem uma contradição, um problema. Um problema é apresentado a partir do mundo sensorial, observacional e da perspectiva do sujeito.

Dessa maneira, acreditamos que situações problemas envolvendo o tema *forma e movimentos dos planetas* que evidencia problemas relacionados a observação através dos sentidos e que muitas vezes apresenta contradições ao modelo científico atualmente aceito podem ser problematizados através dos 3MP.

Um exemplo de problema que pode ser explorado para tratar as questões da forma esférica da Terra é o fato de habitarmos um planeta esférico, mas observarmos abaixo de nossos pés um plano. Outro exemplo relacionado é o fato de observarmos os astros em duas dimensões ou mesmo como um ponto. As observações de um ponto se apresentam contrárias à forma que atualmente é defendida e justificada através dos modelos científicos aceitos atualmente, a forma de uma esfera, e por isso podem se representar um problema a ser resolvido.

Na etapa de organização do conhecimento, são propostas atividades que possam permitir o papel ativo do aluno, discutindo, dialogando a partir de um questionamento inicial, (um problema que pode ser observado e relacionado à percepção vivencial do sujeito). O professor deve ter um papel de promover o diálogo e reflexão sobre o conhecimento vivenciável pelo sujeito com o conhecimento científico. Assim, cabe ao segundo momento

reestruturar as explicações do observável, contrapondo modelo com observação, sempre retomando ao assunto proposto.

Neste momento, os conceitos de astronomia podem ser aprofundados através de diversas estratégias, como o uso de modelos, softwares, textos, discussões coletivas, observação do céu, dentre outras. A relação entre a observação do céu e os modelos científicos é trabalhada de maneira explicita neste momento, de maneira a reconstruir as explicações possíveis para o fenômeno observado, visando à construção de noções mais próximas dos modelos científicos atualmente aceitos.

Ao final deste momento, o processo de aprofundamento e síntese do conhecimento ocorre sendo guiado através da retomada da pergunta inicial que orienta a atividade ou através da extrapolação para outros contextos. Os conceitos de astronomia podem ser extrapolados para o contexto dos demais planetas do Sistema Solar, por exemplo, e nesta nova situação são retomados os conhecimentos iniciais e aprofundados para o caso de outro planeta.

No momento final da proposta, a síntese, a problematização do observado e dos modelos pode ser retomada na medida em que se busca entender as contradições e as limitações dos problemas inicialmente questionados.

Uma adaptação deste momento pode também ser feita usando uma extrapolação dos conceitos tratados para outra situação semelhante. No caso dos conceitos de forma e movimentos dos planetas, esta discussão pode ser muito bem adaptada para os demais planetas do Sistema Solar, em que se questiona como observamos a forma e os demais planetas e como são os modelos para estes planetas.

Essa generalização pode permitir ao professor explorar o aprendizado dos estudantes acerca dos elementos explorados para o caso da Terra, verificando se eles conseguem aplicar estes conhecimentos em outra situação semelhante.

CAPÍTULO 5

PROPOSTAS E INTERVENÇÕES

Neste capítulo apresentamos a proposta construída e duas intervenções realizadas. A proposta do curso em sua versão final (aplicada na 2ª intervenção) é apresentada na seção 5.1. As atividades que tratam do conhecimento da forma e dos movimentos dos planetas estão apresentadas nas seções 5.1.2 e 5.1.3. Nas seções 5.2 e 5.3 são apresentadas as intervenções realizadas, destacando as atividades do cronograma que sofreram alterações principalmente no horário e na estrutura geral. Por fim, na seção 5.4 apresentamos algumas considerações gerais sobre como foi construída a proposta e como foram as intervenções.

Neste capítulo, apresentamos a primeira versão da proposta de ensino-aprendizado para a formação de professores de Ciências que objetiva problematizar o tema *A forma e os movimentos dos planetas do Sistema Solar* e suas relações com elementos da espacialidade.

Esta proposta foi construída a partir de uma reflexão acerca dos capítulos anteriormente apresentados, em que:

- Ao revisar as teses e dissertações que tratam da temática formação de professores em Astronomia e que realizaram intervenções que serviram de objetos de investigação para tais pesquisas, o Capítulo 1 situa esta pesquisa frente às demais teses e dissertações produzidas no Brasil, indicando caminhos de conteúdos de astronomia e estratégias de ensino para a construção de nossa proposta;

- Ao analisar as atividades do currículo do Estado de São Paulo, apresentados no Capítulo 2, nos servimos de estratégias didáticas que propõe o tema forma e movimentos dos planetas do Sistema Solar, obtendo assim exemplos de quais atividades podemos inserir numa proposta que trata deste tema, nos ajudando a construir a nossa própria proposta.

- A definição dos conceitos de forma e movimentos dos planetas, tanto na perspectiva física quanto na perspectiva histórica, apresentada no Capítulo 3, fundamentaram o conhecimento astronômico que foi proposto na intervenção;

➢ A discussão acerca das ideias de Paulo Freire, apresentadas no Capítulo 4 fundamentam nossa filosofia de educação e formação de professores (principalmente quando traçamos uma discussão acerca do termo *Extensão* tanto no contexto da extensão universitária quanto no livro *Extensão ou Comunicação*) e define o referencial metodológico que guia a estrutura das atividades propostas;

A Proposta Didática apresentada no presente capítulo tem como objetivo fornecer subsídios para que temas de astronomia sejam efetivamente problematizados e questionados em aulas de Ciências. A partir do questionamento de elementos da astronomia observáveis e vivenciados pelo ser humano procura-se problematizar os modelos científicos que atualmente explicam a forma e os movimentos dos planetas do Sistema Solar, assim como os fenômenos inerentes a estes temas, como dia e noite, estações do ano, dentre outros.

5.1. A PROPOSTA DO CURSO

O cronograma da primeira versão do curso planejado (apresentado na tabela 5.2.1) evidencia a organização geral das aulas e atividades que realizamos durante os cinco dias destinados para atividades entre 8h30 e 17h30. Desta maneira, subdividimos os períodos em 4 horários de 1 hora e 30 minutos para as atividades; 2 momentos de intervalo (30 minutos pela manhã e 30 minutos à tarde) e um momento para o almoço (2 horas). No total, foram propostas 15 atividades, com duração aproximada de 1 hora e 30 minutos. Para cada dia de curso, propomos 3 atividades.

No primeiro horário de aula, denominamos *Atividade 0* o momento destinado à distribuição do cronograma, ao questionário inicial e a apresentação dos professores-investigadores e dos professores cursistas para toda a turma.

As atividades 1 a 6 tratam da forma dos planetas. As atividades 7 a 12 abordaram os movimentos (aparente, rotação e translação) e fenômenos (dia e noite, estações do ano). Por fim, as atividades 13 a 15 apresentavam discutiam a interação dos planetas com o Sol e a Lua, e abordou os fenômenos fases da Lua e eclipses, que não estão apresentadas e avaliadas nesta pesquisa, visto a extensão da mesma e fazerem parte da pesquisa de outro estudante de mestrado.

Propomos também uma visita externa ao *Observatório Abraão de Moraes* (em Valinhos-SP) e duas observações do céu aberto, com telescópios, feita no *Morro da Coruja* (Instituto de Física da USP). Isso envolveu 4 horários de 1 hora e 30 minutos do curso: após o final das aulas dos 2º e 4º dias; no último horário do 3º dia, se estendendo após o horário letivo; no primeiro horário do 4º dia, devido à visita ao observatório feita no dia anterior.

Por fim, no último horário do curso foi realizada uma roda de discussão e avaliação do mesmo, em que todos os cursistas presentes colocaram suas considerações positivas e negativas, avaliando o curso realizado.

5.1.1. Primeiros Passos e Questionário Inicial

Nos instantes iniciais do curso foram apresentados os professores-investigadores (Flávia e Gabriel) e entregue o material introdutório do curso, que consistiu em: 1) cronograma; 2) termo de consentimento; 3) questionário inicial; 4) lista de nomes dos interessados a visita ao *Observatório Abraão de Mores*; 5) lista de e-mails dos participantes.

Após a entrega do material, são apresentados alguns dos propósitos do curso, destacando que se trata de parte da pesquisa de investigadores em ensino de astronomia. Neste momento é esclarecido também o questionário inicial e sua função para compreendermos o perfil dos professores que realizaram este curso, além de reconhecermos sua importância para a construção e aprimoramento de futuros cursos que podem vir a ser propostos nesta temática.

Em um segundo momento, propõe-se a leitura de trechos do texto de Delizoicov (2001), que adaptamos seu título para *Três Momentos pedagógicos (3MP)*. Com este texto o objetivo é apresentar a metodologia de construção das atividades, buscando explicitar nosso pressuposto educacional que guia tais atividades.

Após a leitura do mesmo, propõe-se uma apresentação dos professores-cursistas guiada por algumas questões centrais, tais como: *Porque você procurou este curso? Quais suas expectativas? Como você acredita que desenvolverá as atividades deste curso?* As colocações dos professores sobre as perguntas propostas são escritas na lousa e os principais argumentos levantados pelos professores acerca de suas expectativas quanto ao curso são discutidos numa tentativa de sistematização das ideias.

Ao sintetizar as principais ideias apresentadas pelos cursistas, ressaltamos que este curso trabalhará com o conhecimento astronômico, em uma perspectiva do ensino e do aprendizado destes conceitos, buscando principalmente estabelecer o diálogo entre o conhecimento observável e os modelos astronômicos atualmente aceitos.

5.1.2. Atividades de Forma dos Planetas

Inicialmente, apresentamos as atividades que exploram o tema *forma* dos planetas como uma proposta para o ensino de conceitos de astronomia. As atividades foram elaboradas a partir dos seguintes pressupostos: as estratégias das atividades presentes nas *Teses e Dissertações* analisadas (capítulo 1); as atividades analisadas dos *Cadernos de Ciências da Proposta Curricular* (capítulo 2); as reflexões acerca do conhecimento *Físico e Histórico* dos conceitos de forma e movimentos dos planetas (capítulo 3); as ideias da *Pedagogia de Paulo Freire* e a estrutura dos *Três Momentos Pedagógicos* (capítulo 4).

Nas atividades 1 a 6, apresentadas nesta seção, propomos discutir os elementos que se relacionam com a *forma dos planetas* a partir do conhecimento observável. A atividade 1 questiona a maneira como observamos a forma dos planetas (na forma de um ponto, plano ou esférico) através da análise de imagens e dos softwares *Google Earth*, explorando o papel do referencial na observação da forma dos planetas. A atividade 2 propõe discutir as maneiras de se representar a forma da Terra em um desenho e em um modelo com bola de isopor. A atividade 3 aborda como podemos viver em um planeta esférico sem que caiamos dele e explora a noção de atração gravitacional na superfície da Terra. A atividade 4 discute a maneira como se dá a incidência dos raios solares numa superfície esférica, questionando o porquê das diferenças entre a incidência solar em diferentes regiões do planeta, associando este aspecto ao formato esférico. A atividade 5 propõe a observação de um globo terrestre didático exposto a luz solar como uma maneira de perceber as diferenças de iluminação em distintas regiões do planeta. Por fim, a atividade 6 propõe o debate que explora argumentos que defendem a forma plana ou esférica da Terra encontrados na história do homem.

Além de tais atividades seguirem individualmente os 3MP, o conjunto delas seguiram os 3MP. A atividade 1 explora a problematização da maneira como observamos a forma dos planetas do Sistema Solar, neste caso, escolhemos a Terra como exemplos. As atividades 2 a 5 aprofundam o conhecimento acerca dos argumentos e justificativas do porque os planetas

são esféricos e quais as consequências desta esfericidade, como a percepção da iluminação e da gravidade. A atividade 6, por fim, realiza uma síntese dos conhecimentos explorados ao longo das atividades anteriores, retomando a questão central *A Terra é esférica ou plana* através de um debate em que os argumentos trabalhados nas atividades anteriores são explorados. Na tabela 5.1.1 evidenciamos a estrutura metodológica do conjunto de atividades sobre a forma dos planetas.

Tabela 5.1.1 – Atividades sobre a forma dos planetas estruturadas nos 3MP

Momento Pedagógico	Atividade	Objetivos
1º	1: Como observamos a forma dos planetas do sistema solar?	Problematizar a maneira como observamos a forma dos planetas do Sistema Solar
2º	2: O que significa morar em um planeta?	Aprofundar o conhecimento acerca dos argumentos e justificativas do porque os planetas são esféricos e quais as consequências desta esfericidade
	3: Ações da gravidade nos planetas	
	4: Incidência dos Raios Solares nos Planetas	
	5: O "Globo Terrestre Paralelo"	
3º	6: Visões de Mundo – A Terra é plana ou esférica?	Síntese dos conhecimentos das atividades anteriores com a questão central "A Terra é esférica ou plana" através da na história da astronomia antiga.

Apresentamos a seguir o encaminhamento de cada atividade realizada na segunda intervenção. Ao final de cada atividade, apresentamos uma tabela síntese que evidencia a estrutura dos 3MP e os conteúdos tratados através das respectivas estratégias utilizadas. Todas as atividades foram propostas com duração de cerca de 1 hora e 30 minutos.

Atividade 1: A forma dos planetas e sua observação

Iniciamos a atividade propondo para que seja observada a Terra em diferentes referenciais e direções. Para isso, propõe-se que os professores se dirijam a um local a céu aberto para observar o formato da Terra. Neste curso, por estar sendo desenvolvido no Instituto de Física, propõe-se ir a um local próximo, conhecido como o "morro da coruja" (IFUSP) onde é possível observar o horizonte ao se tratar de um ponto no alto de um morro.

Questiona-se dessa maneira: *Como é a forma da Terra que você observa? Como é a forma da Terra vista do horizonte? É a mesma em várias direções?*

Após a vivencia inicial e a observação do horizonte terrestre, propõe-se que todos retornem à sala de aula. Neste segundo momento, propõe-se que sejam discutidas as percepções das questões inicialmente propostas em pequenos grupos. Em seguida, solicita-se que os professores apresentem uma síntese da discussão ocorrida no grupo.

Visando aprofundar a compreensão do formato da Terra, propõem-se as seguintes questões: *O que podemos fazer para observar a Terra e sua forma como um todo?* Após os professores tentarem responder essa questão abre-se para a discussão das possibilidades. O objetivo é aprofundar no entendimento de o que estamos observando e pensando o que é possível fazer para observar o formato da Terra.

Neste segundo momento de *aprofundamento do conhecimento*, apresenta-se uma possibilidade de observar a Terra como um todo utilizando uma demonstração no software *Google Earth*. Assim, sugere-se uma mudança de referencial neste software para um referencial externo ao nosso planeta.

Com este software aprofundamos na questão da observação da forma da Terra, discutindo questões, como: *Qual a altitude mínima que devemos nos posicionar para observar a Terra como um todo? Será que nesta altitude, se houvesse uma sonda ou telescópio, seria realmente possível observar uma Terra esférica?*

A partir dessas questões de aprofundamento, discuti-se a ideia de que para poder observar a Terra como uma esfera não é possível somente observá-la como um todo, de maneira estática, mas sim realizando um movimento do observador ou da Terra.

No momento final de síntese e extrapolação do conhecimento, apresentam-se diversas fotos de planetas, estrelas, luas e etc., obtidas através de diferentes referenciais (anexo A). Questiona-se então: *O que você observa nestas imagens? Quais destas imagens evidenciam planetas? Como você diferencia um planeta de outro astro, que não é planeta, do ponto de vista da observação da forma do astro? A observação de um único ponto de visto é suficiente para construir a ideia de que o planeta e esférico?* Com estas imagens pretende-se discutir o papel do referencial para identificar o formato que observamos dos planetas.

Por fim, como síntese final desta atividade, discutem-se os elementos que permitem constatar ou não a forma esférica dos planetas, ressaltando a localização do referencial de observação e a dimensão do planeta como possíveis fatores que culminam em nossa limitação da observação da forma dos planetas. Também se discuti-se a ideia de que a visualização de um único ponto de vista da Terra não é suficiente para gerar a percepção da sua esfericidade, sendo necessária uma sucessão de imagens de vários pontos de vista para construir a esfericidade terrestre ou então esperar o movimento do planeta para perceber seu caráter esférico.

Tabela 5.1.2 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 1

Momento 1	Duração (min.): 30
	Problematização da observação direta do formato da Terra em diferentes referenciais no cotidiano
Momento 2	Duração (min.): 40
	Discussão sobre o papel da localização do referencial na superfície da Terra (Google Earth);
Momento 3	Duração (min.): 20
	Observação de imagens de diversos astros obtidas através de distintos referenciais Relação entre a percepção da forma dos planetas com o referencial de observação e o tamanho do planeta

Atividade 2: O que significa morar em um planeta?

Inicia-se esta atividade problematizando com a seguinte questão: *"Como você se representa no planeta em que moramos?"* Em um primeiro instante, solicita-se representar a Terra em desenho. Desta maneira, estaremos representando também como nós visualizamos em nosso planeta. Solicita-se que neste desenho sejam também representados três pessoas, uma no hemisfério Norte, uma no hemisfério Sul e outra próxima ao equador terrestre.

Em seguida, propõe-se representar o planeta Terra e três pessoas em uma bola de isopor. Solicita-se que as três pessoas sejam representadas nos mesmos locais daqueles solicitados para a representação no desenho.

Com os modelos construídos individualmente, solicita-se comparar o desenho com o modelo, discutindo o que cada representação apresenta de vantagem ou desvantagem para representar a Terra e as pessoas em sua superfície. Após comparar suas representações, solicita-se que as reflexões sobre os modelos sejam sociabilizadas para todos os professores. Ao apresentarem suas reflexões, uma síntese das mesmas é escrita na lousa, diferenciando-as

entre: vantagens e desvantagens das representações da forma e vantagens e desvantagens das representações das pessoas.

Com esta reflexão propõe-se um caminho para discutir que na representação da Terra no desenho, por exemplo, a escala de tamanhos comparados entre a Terra e as pessoas e o referencial de observação é uma desvantagem deste modelo. Já na representação do globo, a direção da vertical não é absoluta, o que pode parecer que duas pessoas em hemisférios distintos estão de "ponta cabeça" uma em relação à outra – que se trata de uma desvantagem.

Ao final, no momento de síntese, propõe-se uma discussão acerca dos modelos construídos e uma interpretação de duas outras representações bastante comum: o Planisfério e do Globo Terrestre Didático. A ideia é usar os parâmetros considerados como vantagens e desvantagens das representações do modelo e do desenho para analisar estes materiais didáticos.

Tabela 5.1.3 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 2

Momento 1	Duração (min.): 30
	Representação do planeta e três pessoas em um desenho e em um modelo com bola de isopor
Momento 2	Duração (min.): 40
	Discussão das vantagens e desvantagens dos modelos elaborados para representar tanto o formato do planeta quanto as pessoas em sua superfície
Momento 3	Duração (min.): 20
	Síntese dos argumentos apresentados como vantagens e desvantagens Discussão do Planisfério e do Globo Terrestre Didático

Atividade 3: Ações da gravidade nos planetas

Inicialmente problematiza esta atividade com as seguintes questões: *Onde podemos perceber a gravidade terrestre em nosso dia a dia? Qual é a influência da gravidade em nossas vidas? Como é a gravidade neste caso? Qual sua direção, seu sentido, seu valor?*

A partir desta problematização realiza-se um levantamento de informações, listando as mesmas na lousa. Após isso, solicita-se que os professores reflitam sobre como seria nossas vidas sem a existência da ação da gravidade. Para ficar mais próximo do vivenciável esta discussão, sugere-se que reflitam como seriam nossas casas e o entorno destas, as árvores, postes e etc., sem a gravidade.

Questiona-se ainda: *Mas como sentimos a gravidade? Em nós existe algo que nos permite detectar a intensidade, direção e sentido do que denominamos gravidade?* Desta maneira relaciona-se a falta de sensação da variação da gravidade com a localização na superfície terrestre, pois não podemos perceber na medida em que caminhamos que a direção do vetor da gravidade sempre se mantém radial, por exemplo.

Após esta discussão, sugere-se retomar os desenhos e modelos feitos na atividade 2 e discutir o sentido da gravidade que atua nas pessoas representadas, buscando assim desmistificá-la como sendo sempre "para baixo", em um único sentido e absoluto, evidenciando também que este sentido é relativo à referencial.

Propõe-se num terceiro momento expandir o contexto das discussões sobre a gravidade com algumas questões: *Onde podemos perceber a gravidade fora da Terra? Qual a influência da gravidade no espaço, nas estrelas, nos planetas e demais corpos celestes, além da Terra? Como é a gravidade neste caso? Qual sua direção, seu sentido, seu valor?*

Por fim, no último momento de sintetizas as ideias, finalizamos a atividade com algumas questões: *Qual(is) a(s) relação(ões) entre a massa da Terra e sua forma? Em uma situação hipotética, se tirarmos parte de sua massa, sua forma se manterá a mesma?*

Para refletirem sobre estas questões, apresentam-se algumas imagens da Terra em um formato esférico e, dentre estas, uma imagem nosso planeta sem os oceanos[7], com a Terra em um formato de "uma batata" (anexo B). Desta maneira, questiona-se: *As duas fotos tratam do mesmo planeta, a Terra, mas apresentam formatos distintos? Por quê?* Desta maneira associa-se a atração gravitacional de um corpo massivo com o formato esférico, estabelecendo uma relação de atração das massas de maneira simétrica, de acordo com a ideia de atração gravitacional newtoniana, em que a forma esférica é decorrência da atração simétrica das massas.

[7] Deve-se atentar para o fato de que esta imagem possui uma ampliação das variações das altitudes, não estando em escala, propositadamente para poder simular como seria a Terra sem os oceanos.

Tabela 5.1.4 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 3

Momento 1	Duração (min.): 20
	Problematização da gravidade terrestre e sua percepção em nossas vidas e seu significado físico
Momento 2	Duração (min.): 40
	Desmistificação da noção de “em cima” e “embaixo” e discutir sobre a gravidade fora da Terra e seu significado físico, como sendo a relação de atração entre massas.
Momento 3	Duração (min.): 30
	Discussão sobre a atração das massas e a existência de uma força central como uma das causas da forma esférica dos planetas

Atividade 4: Incidência dos Raios Solares nos Planetas

A atividade se inicia problematizando a maneira como os planetas são iluminados pelo Sol com a seguinte questão: *De que maneira o planeta Terra é iluminado pelo Sol? O que percebemos em nossa vida cotidiana que evidencia a maneira como a luz do Sol ilumina a Terra? Como é a iluminação neste caso?*

Primeiramente o objetivo é esclarecer a maneira como os raios solares chegam ao planeta Terra. Para isso, solicita-se a construção de um desenho, fora de escala, em que são representados a Terra, o Sol e os raios solares chegando à Terra. Neste desenho, é solicitada a representação no desenho da direção com que os raios solares incidem na superfície terrestre. O objetivo é representar os raios solares chegando à Terra de maneira paralela entre si.

Após a representação no desenho, solicita-se que os professores simulem a área de iluminação da Terra em uma representação no modelo tridimensional com bola de isopor (construído nas atividades anteriores) e lanterna. Para que os raios da lanterna estejam delimitados numa região, sugere-se utilizar um cilindro (aberto nas duas extremidades) de papelão e fazer com que a luz da lanterna passe por dentro antes de ser projetada na esfera.

Desta maneira, solicita-se que seja observada a área da luz projetada em regiões próximas ao equador e em regiões próximas aos pólos, e analisem como se dá a variação desta área na medida em que se afasta das regiões próximas do equador.

Percebe-se assim que a área de superfície que recebe a incidência de luz aumenta na medida em que se aproximam dos polos norte e sul. Com uma maior área de incidência, mantendo a mesma quantidade de luz emitida, o fluxo de calor que chega naquele local (por unidade de área) é menor.

Ao final, no *momento de extrapolação* do conhecimento para outro contexto, propõe-se que os professores reflitam sobre como seria a justificativa do fato de as regiões terem incidência da radiação solar de maneira distinta, para o caso de uma Terra plana. Caso a Terra fosse plana, para justificar os fatos percebidos na Terra, ou os raios solares deveriam incidir de maneira divergente entre si, ou seja, a Terra estar próxima o suficiente do Sol para isso ocorrer.

Desta maneira, a justificativa principal para o fato de a Terra receber de maneira desigual os raios solares é discutida, evidenciando que isso se deve aos fatos dos raios solares chegarem paralelos entre si e de o nosso planeta ter um formato esférico.

Tabela 5.1.5 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 4

Momento 1	Duração (min.): 10
	Problematização sobre a maneira como observamos a iluminação do Sol na Terra
Momento 2	Duração (min.): 40
	Construção de um desenho que representa a incidência dos raios solares na Terra e simulação com o modelo de isopor.
Momento 3	Duração (min.): 40
	Discussão sobre a relação entre a maneira como os raios solares incidem na Terra com o fato se nosso planeta for esférico e os raios solares incidindo paralelos entre si

Atividade 5: Globo Terrestre Paralelo

A atividade problematizando a seguinte questão: *Como são as sombras de objetos, de mesmo tamanho, em diferentes locais na Terra? Qual o seu tamanho? Qual a sua direção?* Após as questões problematizadoras, inicia-se o aprofundamento com a atividade do Globo Terrestre Paralelo (CAMINO et al., 2009).

Inicialmente busca-se determinar a direção norte-sul local, utilizando um “gnômom”. Pode ser utilizado como um gnômom um “cabo de vassoura”, que será fixado ao solo perpendicularmente. Após fixar esta haste, marcamos de 30 em 30 minutos a extremidade da sombra do gnômon no chão, com um gancho, e então se mede o tamanho da sombra. Serão medidas 7 posições (dos horários entre 10h30 e 13h30, ou seja, 1h30 antes do 12h e 1h30 depois).

A determinação da linha norte-sul local é importante para alinhar o meridiano do globo com o meridiano local (2º pressuposto fundamental do globo terrestre paralelo). Uma alternativa, caso surja impossibilidades de tempo, utiliza-se uma bússola para auxiliar a

determinar a linha norte-sul local (que passa próximo à reta norte-sul indicada pela bússola) para agilizar a atividade de observação das sombras no globo terrestre paralelo.

O primeiro passo é posicionar os alfinetes no globo terrestre didático. A localização mais importante é o alfinete perpendicular, em local (aproximado) do globo, em que está sendo realizada a observação (em nosso caso, São Paulo) com o auxílio do fio de prumo (que representará a vertical local).

Desta maneira, estaremos representando a vertical relativa e fazendo-a coincidir com a vertical real (1º pressuposto fundamental do globo terrestre paralelo). Solicita-se também que insiram outros alfinetes no globo, sugerindo que seja colocado alfinetes no mesmo meridiano que passa por São Paulo, sendo 1 no círculo polar norte, 1 no círculo polar Sul, 1 em cada trópico (capricórnio e câncer) e 1 no equador. Uma sugestão é usar alfinetes da mesma cor para o mesmo meridiano e alfinetes de outras cores para outras posições.

Após posicionar os alfinetes, sugere-se que a direção norte-sul da localidade do observador no globo terrestre didático (São Paulo) seja alinhado com a norte-sul local, que foi anteriormente determinada por meio do gnômon. A linha norte-sul local será alinhada com a linha do meridiano que passa pelo local em que estamos no globo terrestre didático e este mesmo alinhamento tem que respeitar a vertical local coincidindo com a vertical relativa do globo. Deste modo, estaremos alinhando o eixo de rotação da Terra com o eixo do globo terrestre didático.

Agora, sugere-se que observem as sombras dos alfinetes nos diferentes lugares, ao longo do dia. Alertamos para que observem o tamanho e direção da sombra do alfinete em São Paulo. É sugerido também observar os alfinetes localizados nos círculos polares, nos trópicos e no Equador, localizados no mesmo meridiano que passa por São Paulo.

Ao final da atividade, sugere-se algumas questões para a extrapolação dos conceitos tratados: *1) Em algum momento durante o dia, a sombra do alfinete em São Paulo é nula (não há sombra)? Em algum alfinete, no mesmo meridiano de São Paulo, há algum momento em que sua sombra é nula? Qual? 2) Em alguma outra localização do globo seria possível observar os mesmos tamanhos das sombras (no mesmo horário) daquela observada em São Paulo? 3) Você acredita que em dias diferentes do ano a sombra observada seria igual nos lugares observados? Por quê?*

Tabela 5.1.6 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 5

Momento 1	Duração (min.): 10
	Problematização da maneira como se dá as sombras de objetos em distintos lugares da Terra no mesmo dia e horário.
Momento 2	Duração: 3h (das 10h30 ás 13h30)
	Determinar a linha norte-sul local; Alinhar o globo terrestre paralelo; Observar as sombras dos alfinetes em diferentes regiões.
Momento 3	Duração (min.): 45
	Comparação das sombras observadas em diferentes localizações e extrapolação dos conceitos que justificam as diferentes sombras

Atividade 6: Visões de Mundo – A Terra é plana ou esférica?

Inicialmente, propõe-se que sejam retomados os assuntos discutidos nas aulas anteriores, solicitando que fosse respondida a questão para reflexão e diálogo. Após esta etapa, questionamos: *Vocês conhecem outros argumentos que justificam que a Terra é plana ou esférica? Quais? Explicitem.*

Após relembrarem os assuntos tratados, propõe-se que realizem a atividade do "Júri Simulado" para debater a forma da Terra.Essa atividade foi inspirada em trabalhos de outros autores que relataram algumas das potencialidades para tratar temas controversos na história da ciência em sala de aula. Guerra et al. (2002) utilizaram a atividade durante aproximadamente 5 anos com alunos da primeira série do ensino médio, para trabalhar aspectos relacionados a natureza da ciência, se guiando pela seguinte questão: "O desenvolvimento da Ciência foi atrasado ao longo da Idade Média?". Silva e Martins (2009) realizaram o "Júri Simulado" com alunos do ensino médio para trabalhar as controvérsias sobre a natureza da luz.

Desta maneira, a questão guia para este debate é: A forma da Terra é plana ou esférica? Por quê? Este debate será proposto no contexto do século XVI, restringindo os argumentos sem fazer o uso de tecnologias do século XXI, como softwares, satélites, telescópios e viagens espaciais.

Sugere-se que a organização do debate se dê em 3 grupos: um que defenderá a forma esférica e outro a forma plana e o terceiro irá compor o júri, que avaliará a validade ou não dos argumentos debatidos (este júri deverá ser composto por, no máximo, 3 professores). São propostos inicialmente 10 minutos para a discussão de cada grupo, buscando sintetizar os argumentos que serão defendidos. Após isso, inicia-se o debate propondo que um dos grupos

apresente o argumento. Em seguida, propõe-se que o outro grupo apresente o contra-argumento. Por fim, propõe-se que o grupo que iniciou o debate apresente o retro-argumento. Sugere-se que o júri defina os critérios de avaliação dos argumentos assim como o tempo de cada grupo argumentar.

É importante frisar que o grupo que irá expor um contra-argumento só poderá afirmar sobre o que está sendo discutido (ou seja, não vale fugir do assunto no contra-argumento). Ao final, espera-se que o júri se reúna e então discuta com a turma o escolhido ganhador do debate.

Após este passo, a etapa final das atividades de forma dos planetas pode se dar com uma exposição no projetor e uma síntese das atividades. As perguntas que podem guiar esta síntese são: *1) Por que aprender sobre a forma da Terra e dos planetas? 2) O que podemos aprender sobre a forma da Terra e dos planetas? 3) Como podemos aprender sobre a forma da Terra e dos planetas? 4) O que poderíamos (e não vimos neste curso) aprender sobre a forma da Terra e dos planetas?*

Após esta discussão, propõe-se que sejam respondidas algumas questões para síntese do conhecimento das atividades de forma da Terra: *1. Podemos "decidir" somente com nossa percepção cotidiana de fenômenos e eventos se a Terra é plana ou esférica? O que necessitamos para tomar esta "decisão"? Cite exemplos. 2. Em nossa vida cotidiana, quais as diferenças que você acredita que teríamos ao viver em uma Terra plana (ou de forma não esférica) com relação a viver em uma Terra esférica (levando em conta os fenômenos luminosos, gravitatórios, sistema de referência local e espacial e outros aspectos que julgar importante de serem considerados)?*

Tabela 5.1.7 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 6

Momento 1	Duração (min.): 10
	Síntese das atividades anteriores
Momento 2	Duração: 60
	Debate "Júri Simulado": A Terra é esférica ou não?
Momento 3	Duração (min.): 20
	Síntese das atividades anteriores, discutindo o porquê, para quê e como trabalhar a forma dos planetas em sala de aula. Reposta a Questão Síntese

5.1.3. Atividades de Movimentos dos Planetas

Nesta seção apresentamos as atividades propostas para o ensino do tema "movimentos dos planetas do Sistema Solar". Assim como as atividades que abordam o tema "forma" dos planetas, as atividades que abordam o tema movimentos foram em grande parte inspiradas nas Teses e Dissertações estudadas (seção 1) e na PCESP (seção 2).

No total foram propostas 5 atividades em que cada uma foi sugerida seguindo a estrutura dos 3MP individualmente. Além de tais atividades seguirem individualmente os 3MP, o conjunto delas também segue tal metodologia.

As atividades 7 e 11 apresentam momentos de problematização do conhecimento dos movimentos dos planetas, no caso os movimentos de rotação e revolução (ou translação), respectivamente. As atividades 8 e 9, por sua vez, representam momentos de organização e aprofundamento do conhecimento, em que os conteúdos centrais são propostos através do estudo dos fenômenos que envolvem os movimentos da Terra, como é o caso do dia e da noite e das estações do ano. A atividade 10 consiste em uma discussão da visita ao *Observatório Abraão de Moraes.*

Por fim, a atividade 12 propõe o debate "júri simulado" para os movimentos. Na tabela 6.1.9 evidenciamos a estrutura metodológica do conjunto de atividades sobre os movimentos dos planetas.

Tabela 5.1.8 - Atividades sobre os movimentos dos planetas estruturadas nos 3MP

Momento Pedagógico	Atividade	Objetivos
1º	Atividade 7: Movimentos dos planetas	Problematizar a maneira como observamos os movimentos de translação e rotação da Terra
	Atividade 11: Movimentos dos planetas II	
2º	Atividade 8: Movimento de rotação e o "dia e a noite"	Aprofundar o conhecimento acerca dos movimentos da Terra, utilizando os modelos teóricos e tridimensionais dos fenômenos dia e noite e estações do ano
	Atividade 9: Movimento de translação e as "estações do ano"	
	Atividade 10: Observação do céu e dos planetas	
3º	Atividade 12: Movimentos e fenômenos nos demais planetas	Síntese dos conhecimentos das atividades anteriores, retomando como ocorrem os fenômenos de estações do ano e dia e noite nos demais planetas

Ao final de cada atividade apresentamos uma tabela síntese que evidencia a estrutura dos momentos pedagógicos e os conceitos tratados nas respectivas estratégias. Todas as atividades foram planejadas com duração de cerca de 1 hora e 30 minutos. A seguir apresentamos as atividades, uma a uma.

Atividade 7: Movimentos dos planetas I – Terra e Sol

Inicialmente apresenta-se a seguinte situação problema: *quem se movimenta, a Terra ou o Sol? Quem você observa se movimentar em torno quem: o Sol em torno da Terra ou a Terra em torno do Sol?* Com esta reflexão inicial, busca-se que seja evidenciada a percepção mais imediata dos movimentos dos planetas, partindo daquilo que vivenciamos.

Após a problematização inicial, sugere-se que construam um modelo Terra – Sol, com a Terra representada por uma bola de isopor (construída na atividade 2) e o Sol por uma lanterna. Neste modelo, propõe-se que simulem os movimentos da Terra e do Sol que podemos observar em nosso cotidiano. Após esta simulação, questiona-se: *Qual o nome deste movimento que está sendo demonstrando? Qual o nome deste movimento observado?*

Aprofundando nas questões propostas, neste momento discutem-se as perguntas anteriores comparando as semelhanças e diferenças entre o movimento observável e o modelo. Desta maneira, busca-se esclarecer que é bastante intuitiva a representação do movimento de revolução da Terra em torno do Sol no modelo, e que este movimento representado é distinto daquele que observamos no ciclo do dia e da noite, que se trata do movimento aparente do Sol.

Questiona-se também neste momento de aprofundamento qual o referencial que está sendo representado no modelo, destacando que se trata de um referencial externo ao planeta Terra, enquanto que o movimento aparente se dá para um referencial na superfície terrestre.

Ao final desta atividade, por fim, discute-se a necessidade de tomada de consciência sobre qual movimento que está sendo representado no modelo. Caso o modelo esteja representando o movimento aparente do Sol observável, seria possível representar num modelo a Terra girando em torno de si mesmo ou o Sol em torno da Terra estática, ambas representações descrevem o observável.

Tabela 5.1.9 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 7

Momento 1	Duração (min.): 20
	Problematização do movimento observável do Sol
Momento 2	Duração (min.): 50
	Construção de um modelo Terra – Sol para os movimentos Discussão dos movimentos da Terra Discussão acerca do referencial da representação do modelo
Momento 3	Duração (min.): 20
	Discussão acerca dos limites e potencialidades da representação do observável no modelo

Atividade 8: Dia e noite

Inicialmente problematiza-se o fenômeno do dia e noite na Terra questionando: *Como você percebe em seu cotidiano o dia e a noite? Há variações? Qual é a definição de dia e noite para você? Quais as causas físicas e astronômicas?* Com esta problematização pretende-se evidenciar como os professores identificam o fenômeno do dia e da noite tanto na perspectiva do cotidiano quanto da definição científica ou astronômica.

Para visualizar o fenômeno do dia e da noite no planeta como um todo, propõe-se a representação em um desenho que evidencie os raios de Sol iluminando a Terra e mostre a região do planeta que está iluminada e a escura, evidenciando isso pelo limite da sombra e da parte iluminada dos raios do Sol. Em seguida, sugere-se a representação deste fenômeno no modelo tridimensional (construído na atividade anterior) e percebendo a região que está iluminada pelo Sol (lanterna) e a região que está na sombra. Ao representarem o dia e a noite no desenho e no modelo tridimensional propõe-se uma comparação entre ambas as representações.

Com estas representações, evidencia-se a maneira como ocorre o dia e a noite no planeta como um todo, voltando nossa atenção para compreender as regiões do planeta que está iluminada (ou seja, durante o dia) e as regiões que estão sob a sombra (ou seja, durante a noite). Evidencia-se também neste modelo a maneira como a iluminação do planeta Terra varia ao longo do ciclo do dia e da noite, destacando que isto ocorre em um período de aproximadamente 24 horas.

Por fim, uma extrapolação dos aspectos que influenciam na existência do dia e da noite é proposta solicitando que os professores refletissem sobre a ocorrência deste fenômeno nos demais planetas do Sistema Solar que possuem características físicas distintas daquelas

encontradas na Terra. A partir da questão: *Como você acredita que seria o dia e a noite nos demais planetas do Sistema Solar? Quais as características que influenciam na existência deste fenômeno nos demais planetas?* propõe-se que o conhecimento trabalhado para o caso do planeta Terra seja extrapolado para análise do dia e da noite nos demais planetas.

Para fornecer subsídios para esta interpretação, apresenta-se uma tabela com informações da distância média do planeta ao Sol, do período de revolução, do período de rotação e do valor do ângulo de inclinação do eixo de rotação de todos os planetas do Sistema Solar. Assim, propõe-se que sejam evidenciadas as características do planeta que podem influenciar na maneira como se dá o fenômeno do dia e da noite nos demais planetas.

Tabela 5.1.10 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 8

Momento 1	Duração (min.): 20
	Problematização da observação cotidiana do dia e da noite; Problematização da definição do dia e da noite
Momento 2	Duração (min.): 50
	Confecção um desenho e um modelo para explicar o dia e a noite Discussão sobre as causas físicas e astronômicas do dia e da noite na Terra e suas variações ao longo do tempo e da latitude do planeta
Momento 3	Duração (min.): 20
	Análise do dia e da noite nos demais planetas do Sistema Solar Síntese das características dos planetas que determinam o dia e a noite

Atividade 9: Estações do Ano

Inicia-se problematizando a percepção das estações do ano no cotidiano além de explorar sua definição questionando: *Como você percebe em seu cotidiano as estações do ano? Há variações? Explique. Qual é a definição de estações do ano para você? Quais as causas físicas e astronômicas? Explique. Em um mesmo período (tempo) há a mesma estação do ano em todo o planeta? Por quê?* Com estas questões, espera-se que os cursistas evidenciem seus conhecimentos prévios e reflitam sobre a situação problema proposta nesta atividade.

Propõe-se que seja representado este fenômeno tanto no desenho quanto no modelo tridimensional. Nestes modelos, solicita-se que seja representado o Sol e as estações do ano na Terra em ao menos 4 momentos: nos solstícios de Verão e Inverno e nos equinócios de Primavera e Outono.

Discute-se que é devido à maneira como a Terra tem seu eixo de rotação inclinado que diferentes regiões tem incidência do Sol de maneira distinta. Já para verificar as variações das estações ao longo de um ano, numa mesma região, propõe-se que seja demonstrada com a observação da variação da intensidade luminosa que a Terra recebe em diferentes instantes do seu movimento de revolução em torno do Sol.

Neste momento de aprofundamento, o significado das estações do ano como um fenômeno decorrente de diversos fatores, dentre eles, a inclinação do eixo de rotação da Terra e o movimento da Terra em torno do Sol é aprofundado. Com isso, busca-se desmistificar a ideia de que a variação de distância da Terra em relação ao Sol, por causa da ideia de forma elíptica, é uma das causas das estações do ano.

Discute-se que a órbita elíptica do movimento de revolução da Terra em torno do Sol por possuir uma pequena excentricidade define um padrão de uma elipse quase circular, levemente "achatada", o que não poderia acarretar numa grande variação da distância da Terra ao Sol e, por sua vez, nas estações do ano.

Para a extrapolação desta atividade, propõe-se que seja refletido como seria este fenômeno nos demais planetas do Sistema Solar que possuem outras características como a inclinação do eixo de rotação, a excentricidade de sua órbita, o período do movimento de revolução, ou seja, fatores principais que influenciam nas estações do ano.

A partir da análise das características físicas dos planetas, como distância média ao Sol, o período de revolução (em dias), o período de rotação e o ângulo de inclinação do eixo de rotação dos planetas do Sistema Solar, procura-se evidenciar como se dá as estações do ano e o dia e a noite em cada planeta e quanto tempo leva, aproximadamente, este fenômeno em um planeta, ressaltando a ideia de que os movimentos de revolução, rotação e o ângulo de inclinação do eixo de rotação são as principais características que influenciam na percepção dos fenômenos do dia e da noite e estações do ano, provocando diferenças para cada planeta do Sistema Solar.

Ao final desta atividade, propõem-se questões para síntese dos conhecimentos dos fenômenos do dia e da noite (tratado na atividade 8) e das estações do ano (atividade 9) caso não existisse o movimento de rotação da Terra, o movimento de revolução, a inclinação do eixo de rotação ou em uma Terra plana.

Tabela 5.1.11 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 9

Momento 1	Duração (min.): 10
	Problematização da observação cotidiana e das estações do ano; Problematização da definição de estações do ano;
Momento 2	Duração (min.): 50
	Elaboração de um desenho e um modelo para explicar as estações do ano; Discussão sobre as causas físicas e astronômicas das estações do ano, suas variações ao longo do tempo e do espaço na Terra
Momento 3	Duração (min.): 30
	Análise das estações do ano nos demais planetas do Sistema Solar Síntese das características dos planetas que determinam as estações do ano e dia e noite na Terra supondo: sem inclinação do eixo de rotação; sem movimento de rotação ou revolução e em uma Terra plana.

Atividade 10: Observação do céu e dos planetas

Nesta atividade propõe-se que sejam retomados os aspectos vivenciados na visita ao Observatório Abraão de Moraes. Problematiza-se a observação dos astros no céu noturno e propõe-se um levantamento do que é possível observar a olho nu, a partir da questão: *O que é possível observar a olho nu no céu noturno?*

Após a problematização inicial, é feita uma exposição de slides evidenciando alguns dos astros possíveis de visualizar a olho nu, como os planetas Marte, Vênus, Saturno e Júpiter e as constelações do Escorpião e o Cruzeiro do Sul.

Por fim, propõe-se que seja discutido como é o movimento destes astros no céu noturno e como percebemos tais movimentos em nosso referencial terrestre, usando o Stellarium.

Tabela 5.1.12 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 10

Momento 1	Duração (min.): 10
	Questionamento sobre o que se pode observar a olho nu no céu noturno;
Momento 2	Duração (min.): 30
	Levantamento das informações sobre o que se pode observar; Exposição dos astros que podem ser observados a olho nu
Momento 3	Duração (min.): 20
	Reflexão sobre os movimentos dos astros observáveis, desde o referencial terrestre

Atividade 11: Movimentos dos planetas II – Demais Planetas

Esta atividade se inicia com a leitura de trechos do texto de Albuquerque e Leite (2011), intitulado *Influência do contexto social e cultural nas primeiras observações do céu*

(anexo C). A partir deste texto, sugere-se interpretar a relação entre o nome planeta e astro errante. Inicialmente sugere-se uma discussão em pequenos grupos e em seguida apresentam-se alguns dos argumentos discutidos. Espera-se que, a partir do texto, seja explorada a maneira como os antigos interpretavam o céu, e como percebiam os movimentos através das estrelas de fundo.

No segundo momento, sugere-se que retomado a problematização de como é possível observar o movimento dos demais planetas no céu através de um conjunto de imagens do céu, obtidas por meio do Stellarium. Com este material, questiona-se como é possível observar e distinguir um planeta de outras estrelas e constelações ao observar e distinguir no céu, usando como referencia o conjunto de estrelas fixas, ao longo de anos sucessivos, em um mesmo dia e horário.

Além disso, propõe-se a simulação em um modelo do movimento de revolução da Terra representado pelos professores participantes. Cada professor representará uma constelação do zodíaco, que se dispõe em um círculo, com o Sol no centro representado por um professor e outro representando o planeta Terra girando ao redor do Sol. Solicita-se que o professor que representa a Terra tente observar as diferentes constelações que estão como pano de fundo ao fazer um movimento de revolução ao redor do Sol. A observação, de um referencial na Terra, da variação das constelações observadas nesta simulação pode ser explicada com um único movimento da Terra em torno do Sol.

Por fim, propõe-se uma extrapolação sobre como podemos observar os movimentos de revolução dos demais planetas do Sistema Solar, percebendo-os através do referencial representado pelas estrelas de fundo. Mostra-se no software Stellarium os movimentos de Marte e de Júpiter, evidenciando o chamado movimento retrógrado no céu noturno e os acompanhando ao longo de um intervalo de tempo de inúmeras noites.

Tabela 5.1.13 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 11

Momento 1	Duração (min.): 10
	Problematização da observação do movimento de revolução da Terra
Momento 2	Duração (min.): 60
	Leitura do texto Influência do contexto social e cultural nas primeiras observações Discussão sobre a maneira como percebemos o movimento de revolução da Terra; Demonstração no Stellarium do movimento da Terra em relação às constelações de fundo no pôr do Sol
Momento 3	Duração (min.): 20
	Extrapolação dos conceitos e percepção dos movimentos dos demais planetas em torno do Sol, desde o referencial terrestre Reflexão sobre o movimento de Marte observado

Atividade 12: Visões de Mundo – A Terra se movimenta ou não?

Inicialmente, propõe-se que sejam retomados os assuntos discutidos nas aulas anteriores e com uma questão para a reflexão e o diálogo. Após esta etapa, questiona-se: *Quem se move em torno de quem, a Terra em torno do Sol ou o Sol em torno da Terra? Vocês conhecem outros argumentos que justificam uma ou outra postura? Quais? Explicitem.*

Após o levantamento do problema inicial, propõe-se que seja realizada a atividade do Júri Simulado para debater o movimento da Terra (GUERRA et al., 2002; SILVA e MARTINS, 2009). Desta maneira, a questão guia para este debate é: *A Terra se movimenta em torno do Sol ou o Sol em torno da Terra? Como justificar uma dessas posturas?* Este debate será proposto no contexto do século XVI, restringindo os argumentos àqueles oriundos da observação e sugerindo não usarem argumentos que envolvem tecnologias, como softwares, satélites, telescópios, viagens espaciais e etc.

A organização do debate se dará em 3 grupos: um que debaterá o movimento da Terra em torno do Sol e outro que defende o movimento do Sol em torno da Terra. Um terceiro irá compor o júri, que avaliará a validade dos argumentos apresentados (sugere-se que seja composto por 3 professores).

Serão inicialmente destinados 10 minutos para a discussão de cada grupo, buscando sintetizar os argumentos que serão defendidos. Após isso, iniciaremos o debate propondo que um dos grupos apresente o argumento. O outro grupo apresentará o contra-argumento. Por fim, o grupo apresentará o retro-argumento.

Após o grande debate e o veredicto do júri, realiza-se uma síntese final das atividades de movimentos dos planetas e propõem-se as seguintes questões para síntese: *1. Podemos*

"decidir" somente com nossa percepção cotidiana de fenômenos e eventos se a Terra gira em torno do Sol ou se o Sol gira ao redor da Terra? O que necessitamos para tomar esta "decisão"? Cite exemplos. 2. Em nossa vida cotidiana, quais as diferenças que você acredita que teríamos ao viver em uma Terra estática com o Sol girando a seu redor (ideia Geocêntrica) com relação a viver em uma Terra girando em torno do Sol (ideia Heliocêntrica)?

Tabela 5.1.14 - Síntese dos Momentos Pedagógicos da Atividade 12

Momento 1	Duração (min.): 10
	Síntese das atividades de movimentos dos planetas Problematização sobre quem se movimenta em torno de quem, a Terra ou o Sol
Momento 2	Duração (min.): 60
	Debate Júri Simulado sobre a questão inicialmente proposta
Momento 3	Duração (min.): 20
	Síntese dos argumentos que podem ser apresentados no Júri Simulado Responder a questão síntese sobre a decisão entre o movimento da Terra ou do Sol

5.2. PRIMEIRA INTERVENÇÃO: O CURSO PILOTO

A realização da primeira intervenção da proposta didática construída nesta pesquisa foi feita no período entre 16 a 20 de julho de 2012 em um curso de extensão universitária que denominamos *Astronomia no Ensino de Ciências: da Observação aos Modelos*. Este curso forneceu certificados com carga horária total de 40 horas-aula para professores da cidade de São Paulo e foi oferecido junto aos demais cursos do 4º Encontro USP-Escola[8].

Esse curso contou com a participação presencial da orientadora desta dissertação no início do mesmo; um colega do grupo de pesquisa desempenhou o papel de 'professor' em conjunto com a elaboradora desta dissertação; outro colega ministrou a aula do Stellarium e nos auxiliou em algumas filmagens e organização dos materiais.

Cada atividade teve cerca de uma hora e trinta minutos de duração (1h30), ocorrendo no total quatorze (14) atividades em sala de aula. O curso também contou com uma visita e observação do céu realizada no "Observatório Abraão de Moraes", da Universidade de São Paulo, situado na cidade de Valinhos-SP, no interior do estado.

[8] Programa dos cursos de extensão oferecidos a professores de São Paulo através do 4º Encontro USP-Escola. Disponível em: http://web.if.usp.br/extensao/sites/default/files/folder_4encVERA.pdf. Acesso em 15 de julho de 2012.

Na primeira aula do curso foi realizada uma apresentação dos ministrantes e cursistas, buscando assim nos conhecermos de imediato. Foi proposto aos cursistas a leitura do texto *Introdução a Metodologia dos "Três Momentos Pedagógicos"* (anexo D) em que trazemos a tona o significado dos 3MP, visando assim apresentar o referencial metodológico que guiou a construção das atividades.

Nesta aula solicitamos também que os professores respondessem ao questionário inicial intitulado *O professor e a Astronomia*, que visava conhecer de maneira mais específica o perfil do professor participante desta pesquisa e brevemente conhecer o envolvimento deles com o conhecimento astronômico. Ainda nesta aula, foi apresentado o *"Termo de Consentimento Livre e Esclarecido"* (optativo aos cursistas) requerido por razões éticas de pesquisa e coleta de dados.

As atividades propostas procuraram problematizar inicialmente aspectos vivenciáveis e observáveis, principalmente na etapa da *Problematização Inicial*. Posteriormente, propõem-se estratégias e caminhos que permitem a *Organização do Conhecimento*, construindo e aprofundando no conhecimento científico e astronômico tratado. Por fim, conclui-se com perguntas e encaminhamentos de reflexões que permitam uma retomada ou *Síntese* da situação problema inicialmente explorada ou então feita uma *extrapolação* dos conceitos em outra situação astronômica.

Todas as atividades envolveram momentos em grupo e individual. Foram formados 5 grupos de 3 a 5 professores. Durante todo o momento das atividades os professores permaneciam em grupo, de maneira que todas as questões foram debatidas ao menos num grupo pequeno. Em cada atividade indicávamos aquelas questões que deveriam ser pensadas individualmente e aquelas que se tratavam da discussão do grupo.

Ao final de cada atividade, solicitávamos que os professores apresentassem sua síntese das discussões para os demais professores. Por fim, os professores-investigadores realizaram uma pequena síntese das respostas fornecidas e evidenciaram a interpretação que esperávamos (embora saibamos que em algumas questões propostas não havia uma única resposta correta, porém sempre havia alguma que se aproximava mais daquilo que encontramos nos modelos científicos atuais).

A atividade 5 foi remanejada de horário e data, ocorrendo com sucesso no dia 20/07, visto que, por se tratar de uma atividade que envolve observar diretamente a incidência dos

raios solares num globo terrestre didático, não foi possível ser feita no dia 17/07 devido à chuva e nebulosidade. Assim, todo o cronograma e as demais atividades que a sequenciavam foram adiantados e não houve perda de significado ou estratégia destas.

A atividade 9 teve duração de 2h30, com 1 hora de excesso em relação ao planejado. Isso se deu em razão do grande envolvimento dos professores na elaboração do modelo que explica o movimento de revolução da Terra em relação às demais estrelas.

A observação do céu, realizada no *Observatório Abraão de Moraes* da Universidade de São Paulo, situado em Valinhos – SP, no interior do estado, foi realizada com sucesso no horário e data prevista e não houve atrasos ou mudanças devido à nebulosidade local.

As atividades 12 a 14, embora não tenham sido analisadas nesta pesquisa, ocorreram de acordo com o planejado e a atividade 14 foi retomada no primeiro horário do dia 20/07, devido aos professore apresentarem grandes dúvidas com relação ao tema eclipses.

Ao final, na aula 16 somente foi realizada uma oficina de utilização do software *Stellarium*, devido ao grande interesse dos professores participantes em aprender a manusear este software. Por fim, no momento de fechamento do curso, foi realizada uma avaliação em conjunto, em uma "roda de discussão", em que os professores cursistas indicavam suas percepções positivas ou negativas do curso.

Vale ressaltar que os professores participaram do curso por livre e espontânea vontade, não tendo sidos convocados por suas respectivas diretorias de ensino e não tendo recebido remuneração por nenhuma das partes. Desta maneira, o único critério para a participação foi o interesse pessoal dos professores em participar do curso e desta pesquisa. Para receberem o certificado de participação, o critério estabelecido foi de 75% de presença mínima nas aulas.

Tabela 5.2.1 - Cronograma planejado para a 1ª intervenção do curso *"Astronomia no Ensino de Ciências: da observação aos modelos"*

Horários	16/07	17/07	18/07	19/07	**12/07**
8h30 – 10h00	Apresentação e Questionário Metodologia dos 3 momentos pedagógicos	Atividade 4: Interação Planetas – Sol Incidência dos Raios Solares nos Planetas	Atividade 8: Interação Planetas-Sol Fenômenos – Dia e noite	Aula Vaga	Atividade 14: Interação Sol – Planetas – Luas Eclipses
10h00 – 10h30					
10h30 – 12h00	Atividade 1: Forma dos Planetas A forma dos planetas e sua observação	Atividade 5: Interação Planetas – Sol Globo Terrestre Paralelo	Atividade 9: Interação Planetas-Sol Movimentos dos planetas II Gravidade e Translação	Atividade 11 Interação Planetas-Sol O dia, a noite e as estações do ano nos planetas	Atividade 15: Características e Elementos de Observação do Céu
12h00 – 14h00					
14h00 – 15h30	Atividade 2: Forma dos Planetas O que significa morar em um planeta?	Atividade 6: Forma dos Planetas A Gravidade como causa da forma esférica	Atividade 10: Interação Planetas-Sol Fenômenos – Estações do Ano Gravidade e Translação	Atividade 12: Interação Sol – Planetas – Lua Movimentos da Lua	Atividade 16: Movimentos da esfera celeste Stellarium, Coordenadas celestes, Pontos cardeais
15h30 – 16h00					
16h00 – 17h30	Atividade 3: Forma dos Planetas O que há por detrás das sombras?	Atividade 7 Interação Planetas-Sol Movimento dos planetas I	**Observatório Valinhos - USP Marte e Saturno Planetas**	Atividade 13: Interação Sol – Planetas – Lua Fases da Lua	Fechamento e Confraternização
17h30 – 19h00					

5.3. SEGUNDA INTERVENÇÃO: O CURSO ANALISADO

A realização da segunda intervenção da proposta ocorreu muito semelhante àquela planejada (como evidenciamos na tabela 5.3.1). Os blocos forma da Terra e movimentos dos planetas compreenderam as atividades 1 à 6 e 7 à 12, respectivamente.

Optamos por fazer uma segunda intervenção da proposta em razão da primeira intervenção já ter sido construída com o caráter piloto, visando a experimentação daquelas atividades elaboradas. Além disso, se deu necessário em razão de obtermos dados de pesquisa mais precisos, com perguntas de pesquisa que explicitassem nosso foco nas relações entre a observação e os modelos, algo que não ocorreu na primeira intervenção.

Nesta segunda intervenção, também com o objetivo de obter dados mais precisos, optamos pelos professores trabalharem as atividades individualmente e somente ao final de algum momento fazer uma reflexão em grupo. Isso porque na primeira intervenção muitos professores responderam as questões propostas para a obtenção de dados consultando seus colegas.

Modificamos também para esta segunda intervenção algumas das atividades, buscando dar maior clareza aos assuntos que seriam abordados em cada uma, como as atividades 3 e 4. Desta maneira, houve alterações sutis, na busca de definir melhor os focos de algumas das atividades.

Apenas houve uma alteração na sequencia das atividades, visto que a atividade 5 não foi possível de realizar porque estava chovendo e o céu estava nublado. Ainda que no curso piloto isso também ocorreu, e naquele momento optamos em realizar uma alteração da ordem das atividades, nesta 2ª versão não optamos por este caminho. A opção escolhida foi então realizar uma discussão sobre as diferenças do fluxo solar nas distintas regiões de nosso planeta, analisando exercícios teóricos.

Contudo, as aulas neste segundo dia de curso se encerram mais cedo do que o previsto, visto que, a atividade 5 foi planejada para ocorrer em 3 horas culminou neste encurtamento das atividades do dia. As demais atividades seguiram a ordem apresentada na tabela 6.3.1.

Além disso, neste curso inserirmos mais atividades de observação do céu, de caráter optativo, que chamamos de "*Observação do céu no Morro da Coruja IF-USP*". No segundo dia de curso esta não foi realizada e no quinto dia ocorreu com sucesso.

Tabela 5.3.1 - Cronograma planejado para a 2ª intervenção do curso *"Astronomia no Ensino de Ciências: uma proposta inspirada na pedagogia de Paulo Freire"*

Horários	8/07	9/07	10/07	11/07	12/07
8h30 – 10h00	Apresentação e Diálogos com o Professor	Atividade 4: Interação Planetas – Sol Incidência dos Raios Solares nos Planetas	Atividade 7: Interação Planetas-Sol Movimento dos planetas I	Aula Vaga (devido à extensão da visita à Valinhos)	Atividade 13: Interação Sol–Planetas– Luas: Movimentos das Luas
10h00 – 10h30	INTERVALO				
10h30 – 12h00	Atividade 1: Forma dos Planetas A forma dos planetas e sua observação	Atividade 5: Interação Planetas – Sol Análise do Fluxo Solar incidente na Terra	Atividade 8: Interação Planetas-Sol Fenômenos – Dia e noite	Atividade 10: Discussão da Observação do Céu na Visita à Valinhos	Atividade 14: Interação Sol – Planetas–Luas Fases da Lua
12h00 – 14h00	ALMOÇO				
14h00 – 15h30	Atividade 2: Forma dos Planetas O que significa morar em um planeta?	Atividade 6: Forma dos Planetas Visões de Mundo	Atividade 9: Interação Planetas-Sol Fenômenos – Estações do Ano	Atividade 11: Interação Planetas-Sol Movimento dos planetas II	Atividade 15: Interação Sol – Planetas–Luas Eclipses
15h30 – 16h00	INTERVALO				
16h00 – 17h30	Atividade 3: Forma dos Planetas Ações da gravidade nos planetas		**Visita Externa:** **Observatório Valinhos** **Abraão de Moraes** **Valinhos, SP** **(chegaremos em SP ás 22h)**	Atividade 12: Interação Planetas-Sol Visões de Mundo	Fechamento e Avaliação Final
17h30 – 19h00		**Observação do céu no Morro da Coruja IFUSP**		**Observação do céu no Morro da Coruja IFUSP**	

5.4. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

A proposta de ensino-aprendizagem construída, aplicada e avaliada nesta pesquisa foi pensada para a formação continuada de professores de São Paulo. Isso se deu em razão do contexto dos investigadores desta pesquisa e da percepção da necessidade atual (desde 2008) dos professores deste estado lidar com conteúdos de astronomia nas séries do ensino fundamental, algo sugerido pelo Currículo do Estado de São Paulo.

Pensamos na organização das atividades do curso também de uma maneira que fossem exploradas as interações entre os astros. Primeiramente propomos discussões apenas da forma dos planetas, olhando somente para este corpo celeste. Em seguida, exploramos as interações dos planetas com o Sol, trabalhando os aspectos de ao menos dois corpos celestes. Ao final, as atividades propostas abordaram as interações entre três corpos celestes, envolvendo o Sol, a Lua e os planetas.

A maior ênfase nesta proposta se deu certamente no planeta Terra. Isso porque acreditamos que há uma necessidade de compreender os aspectos vivenciáveis do mundo que nos cerca, numa perspectiva do conhecimento astronômico. Esta ênfase também se deu em razão da dificuldade que sentimos em encontrar atividades que tratam dos demais planetas do Sistema Solar, principalmente que abordem a questão da forma.

A aplicação se deu no contexto específico das férias letivas dos professores de São Paulo, o que se trata de um diferencial. Ambas as intervenções foram realizadas durante cinco dias em uma semana, ainda com algumas atividades realizadas fora do horário previsto, devido à nossa proposta conter momentos de observar e vivenciar os eventos astronômicos.

Desta forma, o horário de realização do curso, assim como seu caráter condensado, se constitui um dos percalços para se realizar atividades que envolvam grandes períodos de observação do céu noturno. Assim, poucas foram as atividades propostas que envolviam observações noturnas, o que acreditamos ser um limite de nossa proposta.

CAPÍTULO 6

RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo apresentamos uma análise da segunda intervenção da proposta, buscando avaliar suas potencialidades e limites para a construção de relações entre o conhecimento da observação do céu e dos modelos científicos atualmente aceitos para os conceitos de forma e movimentos dos planetas do Sistema Solar. Centraremos nesta pesquisa a relação entre a observação e os modelos que descrevem os movimentos e forma da Terra.

Na seção 6.1 explicitamos os elementos metodológicos desta pesquisa que a caracteriza como uma investigação em educação de natureza qualitativa, assim como aqueles que a especificam como um estudo de caso em que o pesquisador atuou como observador participante.

Iniciamos com a seção 6.2 a apresentação dos resultados, assim como suas análises, trazendo o perfil geral dos cursistas obtido através do questionário *O professor e a Astronomia* (anexo E). Nas seções 6.3 e 6.4 apresentamos uma análise das atividades que trabalharam os conceitos de forma e movimentos dos planetas, respectivamente, voltando o nosso olhar para o conhecimento dos professores.

Esta análise se dará a partir de transcrições das respostas às *Questões para a Reflexão e o Diálogo* e *Questões para a Síntese* (apresentadas na tabela 6.1.1). A análise do conhecimento dos professores nestas seções foi centrada nas respostas às questões propostas nas atividades 1 e 6 (aquelas sobre a forma dos planetas) e 7 e 12 (aquelas sobre os movimentos dos planetas).

Na seção 6.5 apresentamos os argumentos enunciados nos debates "Júri Simulado" realizados nas atividades 6 e 12, procurando evidenciar como os professores utilizaram os argumentos trabalhados durante o curso para justificar uma postura ou outra acerca da forma ou dos movimentos da Terra.

6.1. EXPLICITANDO A METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS

6.1.1. Caracterizando o observador participante

Seguindo a tradição de inúmeras pesquisas recentes em educação, optamos nesta pesquisa por uma metodologia qualitativa, visto que se buscou estudar como se dá a construção do conhecimento astronômico durante um o processo de confecção de um curso, não se limitando apenas aos produtos, mas sim buscando compreender as diferentes perspectivas e significados dos resultados obtidos (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p.49).

Tratando-se de uma pesquisa qualitativa, buscamos de maneira descritiva recolher os dados a partir dos documentos e das transcrições da observação do ambiente estudado. Procuramos assim analisar toda a riqueza dos dados, buscando respeitar a forma que os mesmos foram registrados, tendo a palavra escrita uma grande importância no registro e disseminação dos resultados (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p.48-49).

O investigador participou como "observador participante", em que houve uma interação constante com os sujeitos investigados em função de o processo ter ocorrido em sala de aula. Isso se deu em razão do investigador, em parte desta pesquisa, ter atuado na função de professor, participando de todos os momentos da obtenção dos dados, e influenciando diretamente na condução do ambiente natural (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p.125).

Nesta pesquisa qualitativa, por sua vez, o investigador é tido como o instrumento principal e sua participação no ambiente natural de coleta de dados é essencial (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p.47). Os dados obtidos através das gravações em áudio e vídeo, por sua vez, puderam ser complementados pela informação que o investigador obteve através do contato direto ou então revistos e selecionados para melhor compreensão, o que caracteriza o investigador como instrumento chave para a análise. Desta maneira, concordamos com Bogdan e Biklen (1994) que na pesquisa qualitativa:

> ... Os dados que são recolhidos tendem a ser descritivos, consistindo em relatos mais ou menos vívidos que as pessoas fazem dos acontecimentos e atividades. A apresentação dos resultados também envolve a sua descrição. A investigação tende a ser conduzida nos locais onde os programas se estão a desenrolar... Enfatiza-se o processo – como e que as coisas acontecem e não como é que um resultado específico foi alcançado; e existe uma preocupação pelo significado – como é que os vários participantes no programa veem e entendem o que aconteceu... A ênfase consiste em relatar o que aconteceu, sob diferentes perspectivas, e conhecer as consequências da

> intervenção, tanto as não esperadas como as desejadas. (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p.269).

Após a leitura e releitura dos dados, foi possível voltar nosso olhar para detectar elementos que permitiriam inferir sobre o conhecimento dos professores. A inferência é de extrema importância na análise de conteúdo, pois nos possibilitará em nosso trabalho a passagem da *descrição* à *interpretação* (FRANCO, 2005). Esse procedimento seguiu as técnicas de *análise de conteúdo* propostas por Bardin (1995), definidas resumidamente pela autora como:

> [...] um conjunto de técnicas de análises de comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens [...] é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e de recepção das mensagens, inferência esta que recorre a indicadores... (BARDIN, 1995, p.42)

Neste trabalho, a inferência nos guiará para responder a seguinte questão central: **como os professores percebem as relações entre o conhecimento observável no cotidiano e o modelo teórico atualmente aceito para a forma e os movimentos dos planetas?**

Desta maneira, vale ressaltar que não esperamos que os resultados aqui encontrados sejam também localizados em outras pesquisas desenvolvidas em contextos com variáveis semelhantes àquelas que encontramos. Pretendemos que os resultados apresentados em nossa pesquisa permitam ampliar o conhecimento da área de investigação sobre as questões em foco, porém não generalizá-los para todos os casos.

6.1.2. Materiais de análise do curso

Os materiais que fizeram parte da gama de dados analisados nesta pesquisa constituíram em documentos e transcrições de áudio e vídeo das aulas desenvolvidas.

Os documentos analisados foram obtidos com as respostas escritas pelos professores às questões propostas nas aulas. Em todas as atividades foi solicitado ao professor responder no papel questões inicias que chamamos de *Questões para Reflexão e o Diálogo*, evidenciadas na tabela 6.1.1. Ao final das atividades 5, 6, 9 e 12 foi solicitado que respondessem questões finais que denominamos de *Questões para a Síntese*, apresentadas na tabela 6.1.2. As questões foram respondidas em um documento em papel e as respostas foram transcritas na íntegra para posterior análise.

Tabela 6.1.1 - Questões propostas como *problematizações iniciais* nas atividades de forma da Terra e Movimentos dos Planetas

Aula	Questões propostas como Problematizações Iniciais
Aula 1	Qual é a forma da Terra para você? Em nosso dia-a-dia, qual é o formato da Terra que você observa?Qual a relação entre sua primeira e sua segunda resposta? Há contradições?
Aula 2	Duas representações de nosso planeta são comumente feitas quando se trada do planeta Terra: o desenho e o modelo com bola de isopor. Compare o desenho que você fez com a construção do modelo respondendo: Quais as vantagens de se representar a Terra em um desenho? E as desvantagens? E para representar as pessoas em sua superfície? Quais as vantagens dos modelos para representar a Terra? E as desvantagens? E para representar as pessoas em sua superfície?
Aula 3	Para você, o que significa fisicamente a palavra gravidade? Onde podemos perceber a gravidade em nosso dia a dia? Como é a gravidade neste caso (qual sua direção, seu sentido, seu valor)? E a gravidade fora da Terra, onde podemos perceber? Como é a gravidade neste caso (qual sua direção, seu sentido, seu valor)? Qual(is) a(s) relação(ões) entre a gravidade terrestre e a gravidade fora da Terra? Existem algo que as unem?
Aula 4	De que maneira o planeta Terra é iluminado pelo Sol? Descreva detalhadamente. O que percebemos em nossa vida cotidiana que evidencia a maneira como a luz do Sol ilumina a Terra? Como é a iluminação neste caso? Descreva com detalhes a sua percepção.
Aula 6	Nesta atividade, é importante retomarmos o que aprendemos nas atividades anteriores. Muitos dos conteúdos, conceitos e discussões que nos deparamos até o momento do curso serão bastante úteis para discutir a questão central da atividade 6 (A Terra é esférica ou não?). Por isso, escreva uma síntese de cada atividade em 4 linhas (exatamente), explicando os vários assuntos que você aprendeu sobre o tema forma da Terra, detalhando-os o máximo que puder.
Aula 7	Quem se movimenta em torno de quem: o Sol em torno da Terra ou a Terra em torno do Sol? Em nosso dia-a-dia, quem é que você observa se movimentar, o Sol ou a Terra? Como é denominado este movimento? Qual a relação entre sua primeira e sua segunda resposta? Há contradições?
Aula 8	Como você percebe em seu cotidiano o dia e a noite? Há variações? Qual é a definição de dia e noite para você? Quais as causas físicas e astronômicas do dia e da noite? Há dia e noite, da maneira como você definiu, em todo o planeta Terra? Justifique.
Aula 9	Como você percebe em seu cotidiano as estações do ano? Há variações? Explique. Qual é a definição de estações do ano para você? Quais as causas físicas e astronômicas? Explique. Em um mesmo período (tempo) há a mesma estação do ano em todo o planeta?
Aula 11	Você já observou algum planeta se movimentando no céu? Qual a forma do(s) planeta(s) que você observou? Qual o nome do(s) movimento(s) do planeta que você obsevou? Caso tenha observado, cite o nome do planeta e com qual instrumento você observou (a olho nu, telescópio, ou outros instrumentos). Como podemos, localizados na Terra, evidenciar no céu que um planeta está se movimentando? Há influências do referencial (posição em que está o observador) na observação dos movimentos dos planetas? De qual referencial podemos observar os movimentos dos planetas?
Aula 12	Nesta atividade, é importante retomarmos o que aprendemos nas atividades anteriores. Muitos dos conteúdos, conceitos e discussões que nos deparamos até o momento do curso serão bastante úteis para discutir a questão central da atividade 12 (A Terra quem gira ao redor do Sol ou o Sol ao redor da Terra?). Por isso, escreva uma síntese de cada atividade em 4 linhas (exatamente), explicando os vários assuntos que você aprendeu sobre o tema forma da Terra, detalhando-os o máximo que puder.

Na tabela 6.1.2 apresentamos as questões que foram respondidas ao final de cada aula especificada, denominadas *Questões para Síntese*.

Tabela 6.1.2 - Questões propostas como *síntese* das atividades da forma da Terra e movimentos dos planetas

Aula	Questões propostas como Síntese
Aula 5	Se a Terra fosse plana: De que maneira seria nossa percepção e qual seria o modelo físico de gravidade? De que maneira seria nossa percepção da iluminação do Sol nos pontos sobre a superfície terrestre? Pensando na geometria e nos processos físicos, qual é a relação da forma do planeta com o modelo de gravidade e o estado de iluminação de nosso planeta?
Aula 6	Podemos "decidir" somente com nossa percepção cotidiana de fenômenos e eventos se a Terra é plana ou esférica? O que necessitamos para tomar esta "decisão"? Cite exemplos. Em nossa vida cotidiana, quais as diferenças que você acredita que teríamos ao viver em uma Terra plana (ou de forma não esférica) com relação a viver em uma Terra esférica (levando em conta os fenômenos luminosos, gravitatorios, sistema de referência local e espacial e outros aspectos que julgar importante de serem considerados)?
Aula 9	Como seria o DIA E A NOITE na Terra: a. Sem movimento de rotação; b. Sem movimento de translação; c. Sem inclinação do eixo de rotação. Como seriam as ESTAÇÕES DO ANO na Terra: a. Sem movimento de rotação; b. Sem movimento de translação; c. Sem inclinação do eixo de rotação.
Aula 12	Podemos "decidir" somente com nossa percepção cotidiana de fenômenos e eventos se a Terra gira em torno do Sol ou se o Sol gira ao redor da Terra? O que necessitamos para tomar esta "decisão"? Cite exemplos. Em nossa vida cotidiana, quais as diferenças que você acredita que teríamos ao viver em uma Terra estática com o Sol girando a seu redor (ideia Geocêntrica) com relação a viver em uma Terra girando em torno do Sol (ideia Heliocêntrica)?

Além dos documentos obtidos com as questões propostas, todas as aulas foram gravadas em áudio e vídeo. Selecionamos as aulas 6 e 12 para a transcrição e análise, visto que foram atividades que realizou-se debates sobre o conhecimento trabalhado e a interação e argumentação foram dados essenciais para esta pesquisa.

Nas seções seguintes, apresentamos os resultados e análises das percepções dos professores interpretadas a partir dos materiais explicitados.

6.2. PERCEPÇÕES SOBRE O PERFIL DOS PROFESSORES CURSISTAS

Nesta seção apresentamos o perfil geral dos docentes que participaram da segunda intervenção proposta, descrita na seção 5.3. Os dados aqui expostos foram obtidos com o questionário *O professor e a Astronomia*.

No total, participaram 23 cursistas que chamaremos de *professores* ao longo desta pesquisa. Na primeira aula do curso participaram 24 professores, dos quais apenas 1 não frequentou no mínimo 75% das aulas. Visando não revelar a identidade dos professores-cursistas nesta pesquisa, os participantes foram numerados de 1 a 23.

Ao mencionarmos os investigadores desta pesquisa, chamaremos os mesmos como *professor-investigador*. Desta maneira, desde o início do curso, procuramos estabelecer uma relação de igualdade, em que todos ali eram professores, ainda que estivessem na condição de aprendizes.

Na tabela 6.2.1 apresentamos uma síntese dos dados obtidos no questionário, buscando caracterizar o perfil dos professores cursistas.

Tabela 6.2.1 - Dados do Questionário Inicial *O professor e a Astronomia*

Professor	Graduação	Escola em que leciona	Tempo de aula (anos)	Disciplinas que Ministra	Fez curso de astronomia	Ministrou aulas de astronomia	Já fez observação do céu
1	Ciências	Pública	Mais de 15	Ciências	Sim	Sim	Sim
2	Ed. Física e Ciências	Não leciona	0	Física e Matemática	Sim	Não	Sim
3	Ciências	Pública	Até 3	Física e Matemática	Não	Sim	Sim
4	Física	Privada	Mais de 15	Física e Matemática	Não	Não	Não
5	Ciências	Pública e Privada	4 a 7	Ciências	Não	Sim	Não
6	Matemática	Pública	4 a 7	Matemática	Sim	Sim	Sim
7	Letras e Ciências	Pública	4 a 7	Ciências e Português	Sim	Sim	Sim
8	Geografia	Pública	4 a 7	Geografia	Não	Sim	Não
9	Engenharia	Privada e Superior	8 a 12	Física e Computação	Sim	Não	Não
10	Geografia	Pública e Privada	Até 3	Geografia e História	Não	Sim	Não
11	Pedagogia	Pública	Até 3	Ciências	Não	Sim	Não
12	Ciências	Pública	4 a 7	Ciências e Biologia	Sim	Sim	Sim
13	Geografia	Pública	4 a 7	Geografia	Não	Sim	Não
14	Química	Pública	8 a 12	Ciências e Física	Não	Não	Não
15	Matemática	Pública	Até 3	Matemática	Não	Não	Não
16	Letras e Ciências	Pública	Mais de 15	Português e Inglês	Sim	Não	Não
17	Física e Matemática	Pública	Mais de 15	Física e Matemática	Não	Sim	Sim
18	Física	Pública	Mais de 15	Ciências e Física	Sim	Sim	Não
19	Ciências e Biologia	Pública	Mais de 15	Ciências e Matemática	Sim	Sim	Não
20	Ciências e Biologia	Privada	8 a 12	Ciências e Física	Não	Sim	Não
21	Geografia e Pedagogia	Pública e Privada	Até 3	Geografia e História	Não	Sim	Sim
22	Geografia	Pública	8 a 12	Geografia	Não	Sim	Não
23	Física	Pública	Até 3	Matemática	Sim	Sim	Sim

Dentre os 23 professores que responderam este questionário (ou seja, todos os professores que participaram de alguma atividade), apenas 3 professores lecionam em escolas privadas e 19 deles lecionam em escolas públicas. Um professor ainda não leciona e no momento do curso era graduado em engenharia e trabalhava neste campo, porém estava cursando uma nova graduação em licenciatura em ciências.

Ao questionar por quanto tempo atuam nesta profissão, 6 deles disseram ministrar aulas por um período de até 3 anos; 6 entre 4 a 7 anos; 4 entre 8 e 12 anos; 6 um período superior a 15 anos (6 professores).

A área de formação na graduação reflete um espectro diversificado da formação dos participantes desta pesquisa, em que: 9 professores disseram ministrar aulas de Ciências; 4 de Física; 5 de Geografia; 2 de Matemática,1 de Química; 1 de Pedagogia e 1 de Engenharia.

A diversidade dos participantes do curso também ocorre nas disciplinas em que lecionam suas aulas: 9 Ciências; 5 Física; 5 Geografia; 3 Matemática; 1 Português.

Quando perguntamos aos professores se já haviam realizado algum curso de astronomia, 10 (dez) deles responderam já ter feito algum curso de astronomia, citando cursos de extensão oferecidos pela USP, ou pelo planetário de Campinas e do Ibirapuera; 13 (treze) deles nunca realizaram um curso de astronomia, o que representa metade de nossa amostra.

Dentre os professores que realizaram algum curso de Astronomia, 14 (quatorze) disseram nunca ter realizado atividades de observação do céu, e apenas 9 (nove) já participaram de algum tipo de atividade desta natureza.

Embora cerca da metade dos professores disseram nunca ter participado antes de cursos de Astronomia, grande parte deles (17 professores) disseram ter ministrado assuntos de astronomia em suas aulas. Isso pode estar relacionado com a necessidade que muitos professores sentem em ministrar aulas de astronomia, embora nunca houvessem participado de algum curso de astronomia.

Na questão em que perguntamos aos professores se em algum momento já realizaram alguma atividade de observação do céu, cabe aqui esclarecer que consideramos apenas os tipos de observação relacionados ao ato de observar o céu a olho nu ou com telescópios, seja uma atividade guiada ou livre. Desta maneira, desconsideramos as respostas que

mencionaram ter feito observação do céu em visitas a um planetário ou em softwares, como o Stellarium.

Uma percepção interessante referente do perfil dos professores cursistas, foi que alguns deles (4 professores) disseram estar atualmente realizando o curso de Licenciatura em Ciências à distância oferecido pela USP onde neste já haviam se deparado com disciplinas de astronomia. Ao questionarmos, informalmente, o porquê de suas presenças neste curso, todos disseram sentir a necessidade de aprofundar seus conhecimentos sobre astronomia que se depararam nesta graduação.

6.3. PERCEPÇÕES DA FORMA DOS PLANETAS

Nesta seção voltamos nosso olhar para os argumentos apresentados pelos professores às questões propostas nas atividades 1 e 6. As atividades 1 e 6 são apresentadas e analisadas buscado evidenciar como os professores argumentavam sobre a questão central da contradição entre a observação cotidiana e o modelo de forma esférica da Terra.

Após um longo processo de leitura e releitura das respostas dos professores às questões propostas, classificamos os argumentos apresentados em 3 grandes categorias, tanto para explorar a relação de contradição (seção 6.3.1) quanto para evidenciar as percepções acerca das limitações da observação cotidiana para perceber o modelo científico (seção 6.3.2). Ao final deste subcapítulo (seção 6.3.3) apresentamos uma análise dos resultados apresentados nas seções anteriores.

Nesta primeira análise, ainda que não seja a única possibilidade, nosso objetivo não é levantar as concepções dos conceitos e conteúdos de astronomia. No processo de ensino-aprendizado dos conceitos astronômicos trabalhados no curso, pretendemos analisar **como os professores relacionam a percepção cotidiana e os modelos científicos atualmente aceitos para a forma e os movimentos dos planetas.**

Com isso, não pretendemos nesta pesquisa analisar as concepções dos professores acerca dos conhecimentos astronômicos ou comparar a evolução de suas concepções ao início e ao final do curso. Pretendemos evidenciar e discutir como os professores percebem esta relação central.

Desta maneira, para guiar nossa análise, centraremos nas percepções em dois aspectos que julgamos centrais na discussão do conhecimento entre o modelo e a observação cotidiana para a forma e os movimentos dos planetas:

- *As contradições aparentes entre os elementos observáveis no cotidiano e os modelos científicos*: para a discussão da forma da Terra e dos planetas significa perceber que a Terra é plana e os planetas são pontos, de acordo com o observável no referencial, porém isso difere do modelo científico atualmente aceito;

- *As limitações dos elementos observáveis no cotidiano para compreender os modelos científicos:* para a discussão da forma da Terra e dos planetas significa perceber que não é possível concluir somente através da observação cotidiana que os planetas são esféricos;

Neste sentido, para compreender a maneira como os professores perceberam as relações entre o conhecimento observável no cotidiano e os modelos científicos, classificamos os professores em 3 (três) categorias mais amplas:

Categoria 1: Contradições: percebe as contradições entre o observável no cotidiano e o modelo científico atualmente aceito e apresenta uma tentativa de explicação do porque acontecer esta contradição aparente; Limitações: percebe as limitações da observação primeira para compreender o modelo e apresenta uma tentativa de argumentar usando conceitos científicos.

Categoria 2: Contradições: percebe as contradições entre o observável no cotidiano e o modelo científico atualmente aceito, porém não apresenta argumentos numa tentativa de explicá-las; quando apresentam argumentos, estes fogem da questão da contradição ou os apresenta de maneira vaga ou incorreta. Limitações: percebe as limitações da observação primeira para verificar o modelo e não apresenta argumentos numa tentativa de explicá-las; quando apresentam argumentos científicos estes fogem a questão da limitação da observação ou se dão de maneira vaga ou na forma de chavão.

Categoria 3: Contradições: não percebe as contradições entre o observável no cotidiano e o modelo científico atualmente aceito; não apresenta argumentos numa tentativa de explicar esta contradição; quando apresenta argumentos científicos, estes fogem da questão da contradição ou são apresentados de maneira vaga, na forma de chavão ou incorreta. Limitações: não percebe as limitações da observação primeira para verificar o modelo e não apresenta argumentos numa tentativa de explicar tais limitações; quando apresenta

argumentos científicos, estes fogem da questão da limitação da observação ou são apresentados de maneira vaga, na forma de chavão ou incorreta.

Tais categorias foram dividias em subcategorias, de acordo com a natureza do argumento apresentado pelo professor para justificar sua resposta. Com esta análise, não pretendemos esgotar ou mensurar as concepções dos professores, mas sim destacar elementos que possam indicar a maneira como interpretaram a relação entre a observação cotidiana e o modelo científico atualmente aceito.

Essas subcategorias envolvem nosso olhar para os argumentos apresentados, verificando se há argumentos científicos que justificam as duas especificidades em foco da relação entre o modelo e a observação: a contradição e a limitação da observação para descrever o científico.

6.3.1. Contradições entre a observação e o modelo para a forma

Na atividade 1, a classificação nas categorias elaboradas se deu primeiramente a partir da percepção ou não da contradição entre a forma da Terra observada no cotidiano e o modelo científico. As subcategorias, por sua vez, seguiram o critério de analisar a natureza do conteúdo do argumento apresentado. Na tabela 6.3.1 apresentamos o conjunto de categorias e subcategorias para a interpretação da atividade 1.

Tabela 6.3.1 - Categorias e Subcategorias construídas para análise da Questão 1

Categoria 1	Categoria 2	Categoria 3
Referencial Escalas e proporção	Observação do horizonte Comparação com outros astros Gravidade Autoridade Científica Tecnologia	Observação do horizonte Observação da esfera celeste Observação do Sol Frases vagas ou Chavões Autoridade Científica Tecnologia

Na **categoria 1** classificamos os professores que afirmaram que a forma da Terra é esférica e o formato observado no cotidiano é plano. Estes professores indicaram alguma tentativa de explicação das contradições entre a percepção da forma da Terra no cotidiano e

no modelo científico. Os argumentos apresentados na categoria 1 foram divididos em duas subcategorias:

- ***Referencial:*** associa o referencial com dependente da forma que percebemos da Terra, sendo plana (observador no referencial da superfície terrestre) e esférica (com o referencial situado no espaço).

- ***Escalas e proporção:*** associa a percepção da forma plana com a proporção da Terra que está sendo observada e que, devido a observarmos apenas uma parte de nosso planeta não seria possível ver sua forma esférica, ou que isso seria possível com a visualização do todo o planeta;

Na **categoria 2** classificamos os professores que expressaram a percepção da contradição entre a forma da Terra observada no cotidiano e a forma representada em um modelo. No entanto, estes apresentaram argumentos que não explicaram esta contradição aparente, fornecendo explicações e argumentos que evidenciam que a Terra é esférica ou não, por exemplo. Em alguns casos, estes professores expressaram conhecimentos científicos ou elementos da espacialidade de maneira vaga ou incompleta. Desta maneira, os argumentos nesta categoria foram distinguidos em 5 (cinco) subcategorias:

- ***Observação do horizonte:*** afirma que a observação de um navio desaparecendo no horizonte do mar, de maneira que seu casco desaparece primeiro do que seu mastro evidencia que a Terra é esférica, é uma prova da forma esférica; afirma o argumento da observação de um objeto desaparecendo no horizonte sem explicar maiores detalhes;

- ***Comparação com outros astros:*** associa a observação da forma de outros astros, como o Sol, a Lua ou outros planetas, com a percepção da forma esférica.

- ***Gravidade:*** argumenta por que do formato da Terra é esférico, atribuindo isso à gravidade, o que seria um argumento para justificar a forma esférica;

- ***Autoridade Científica:*** afirma perceber que a forma da Terra é esférica somente com experimentos ou com constatações científicas.

- ***Tecnologia****:* afirma somente poder constatar que a Terra é esférica com o uso de recursos tecnológicos, como fotografias, telescópios, sondas ou outros recursos tecnológicos.

Por fim, **na categoria 3** classificamos os professores que não afirmaram existir a contradição aparente entre a observação cotidiana e o modelo para a forma da Terra. Além

disso, alguns professores não apresentaram argumentos científicos ou elementos da espacialidade. Poucos deles tentaram argumentar sobre algo da forma da Terra ou, quando enunciaram algo, afirmaram de maneira vaga ou na forma de chavão. Esta categoria foi subdividida em 6 (seis) subcategorias:

- ***Observação do horizonte:*** afirma que é possível constatar a forma esférica da Terra através da observação de um horizonte qualquer; afirma poder observar a curvatura da Terra em um referencial certa altitude da superfície terrestre, como em um avião.

- ***Observação da esfera celeste:*** afirma que a Terra é circular na observação cotidiana por conta da observação da esfera celeste, que tem a aparência de um semicírculo, o que indicaria que a Terra é esférica.

- ***Observação do Sol:*** afirma perceber que a Terra é esférica observando o Sol.

- ***Autoridade Científica:*** afirma perceber que a forma da Terra é esférica somente com experimentos ou com constatações científicas.

- ***Tecnologia****:* afirma somente perceber que a Terra é esférica com o uso de recursos tecnológicos como fotografias, telescópios, sondas ou outros aparatos tecnológicos.

- ***Frases vagas ou Chavões:*** apresenta frases ou conceitos da astronomia sem correlação com a pergunta proposta de maneira vaga e sem explicações mais detalhadas.

Na primeira atividade da proposta, ao perguntarmos *qual a forma da Terra*, todos os professores disseram categoricamente que a Terra é esférica. Em seguida, ao questionarmos *qual o formato da Terra que observamos em nosso cotidiano*, cerca de metade deles responderam ser plana (13 professores), compreendendo a contradição aparente, e a outra metade ser esférica (10 professores), não compreendendo a contradição problematizada.

Dentre os professores que reconheceram as contradições, 5 deles tentaram argumentar o porquê desta contradição ocorrer usando argumentos de referencial e escala e observação. Na tabela 6.3.2 apresentamos uma síntese dos argumentos apresentados nas subcategorias apresentadas.

Tabela 6.3.2 - Argumentos da categoria 1, da atividade 1, classificados nas respectivas subcategorias

Subcategoria	Síntese do Argumento
Referencial	**Professor 5:** "... No dia a dia, eu observo a Terra como um horizonte que tem várias elevações (morros) e desníveis. Quando estou na praia vejo tudo reto e às vezes não dá para pensar na Terra redonda, mas é assim que ela é mostrada para nós. Há contradições sim, sobre *o que eu vejo um plano horizontal, do que ela realmente é redonda e que estamos na sua superfície,* acho que é por isso que há os desníveis". **Professor 8:** "O planeta Terra possui achatamentos no polo. O formato da Terra de acordo com observador pode variar (noite e dia), a duração do tempo. *Não, pelo motivo de que o planeta pode ter variáveis em sua observação, mas depende do ângulo, do lugar que está o observador...".* **Professor 14:** "A relação é o meu conhecimento adquirido da 1ª questão e *o que eu posso observar de fato na 2º questão, uma vez que eu não tenho a possibilidade de observar a Terra do espaço...*".
Escalas e proporção	**Professor 3:** "Observo que a forma da Terra, do meu ponto de vista, pessoa indivíduo, é circular, *pois no ambiente que estou inserido que é uma décima milionésima parte de um todo não tenho condições de provar se é esférica ou elíptica...".* **Professor 12:** "1) A forma da Terra é redonda. 2) O formato da Terra que eu observo é plano. 3) Não há relação entre a 1ª e a 2ª respostas, pois *se a Terra fosse redonda daria para ver a Terra toda e como o formato da Terra que eu vejo é plano só dá para ver uma parte do planeta".*

Estes professores apresentaram argumentos que explicam porque existe uma aparente contradição entre o observável no cotidiano e o modelo para a forma esférica, usando noções da espacialidade, como o referencial e as escalas e proporção. A maneira como observamos a forma da Terra foi relacionada com a localização do observador na superfície terrestre ou no espaço por 3 (três) deles (professor 5, 8 e 14).

A contradição aparentemente existente foi explicada também usando a noção da impossibilidade que há de se observar a Terra como um todo (professores 3 e 12), visto que, devido a sua grande dimensão, observamos apenas uma parte do nosso planeta.

Os demais professores que perceberam a contradição foram classificados na categoria 2 (8 professores), visto não apresentaram argumentos que justificassem essa contradição, embora alguns tenham apresentado argumentos que justificam o porquê da forma da Terra ser esférica. Os argumentos apresentados por este grupo são sintetizados na tabela 6.3.3.

Tabela 6.3.3 - Argumentos da categoria 2, da atividade 1, classificados nas respectivas subcategorias

Subcategoria	Síntese do Argumento
Observação do horizonte	**Professor 6**: "Eu observo uma Terra ovalizada, não totalmente. Há muita irregularidade nesta formação. A Terra e nosso dia a dia eu a observo como um grande plano, uma linha reta onde *parece que tem um lugar que termina, esse pensamento lembra a ideia antiga de um grande abismo.* A primeira resposta com a segunda não há relação, tem muita contradição, como pode ser redonda ou ovalizada e eu a vejo como uma reta ou um plano". **Professor 12:** "*Uma das provas que a ciência tem é que se um navio estiver navegando no mar, a sua imagem some, não porque ele caiu num "abismo", mas por causa da inclinação do eixo da Terra não é possível mais vê-lo".* **Professor 23:** "A Terra tem a forma de uma esfera. Pensamos que é plana, *mas podemos observa quando, por exemplo, carros que vem de uma estrada. Vemos primeiro só uma parte para depois conseguimos ver o carro por completo. Se a Terra fosse plana poderíamos ver o carro inteiro desde a primeira vez que vemos ele no horizonte*". **Professor 2:** "... Uma das provas definitivas sobre a forma de nosso planeta pode ser percebidas, como foram no passado, *a chegada dos navios e barcos aos portos disponíveis, onde o mastro dos navios era a principal observação e a certeza de sua aproximação da costa.".* **Professor 4:** "... A forma ovalada pode ser explicada *ao observarmos no horizonte o aparecimento de algum objeto. Um navio, por exemplo, onde vemos primeiramente o mastro, depois seu caso em si".* **Professor 9:** "Caso seja possível levar os alunos em um porto que *visualize a linha do horizonte no oceano, a observação do surgimento e desaparecimento dos navios...".*
Comparação com outros astros	**Professor 9:** "*...Observando o formato do Sol, da Lua, das estrelas e dos planetas posso argumentar que o local onde vivemos deve apresentar uma forma semelhante ao que nos cerca...e astros reforçam a ideia de que a Terra é redonda.*
Gravidade	**Professor 23:** Podemos dizer para os alunos que a Terra *é redonda a partir da força gravitacional, pois esta tem o poder de atração para o centro fazendo assim que corpos com grande massa tendem a firmar com a forma esférica.*
Autoridade Científica	**Professor 22:** "...Posso dizer que há contradição. Sim. *Na primeira resposta o argumento é científico e na segunda questão o argumento de resposta deixa de ser científico* e a Terra parece ser retilínea ou melhor, sem forma, pois nos locomovemos de um local para o outro".
Tecnologia	**Professor 1**: "*...Nas explicações científicas a forma é esférica, vista por telescópios.* Isso contraia a minha observação a olho nu (cotidiano)."

Alguns professores justificaram que a Terra é esférica ao observar um objeto surgindo no horizonte e perceber tanto o limite do horizonte como o aparecimento de objetos. Três professores explicaram de modo a entender que o navio desparece aos poucos na medida em que vai se afastando do referencial, e isso é devido à trajetória do navio acompanhar a curvatura da Terra (professore 2, 4 e 9). O professor 12 retomou o argumento do navio aparecendo no horizonte marítimo e o professor 23 extrapolou este argumento, imaginando um carro surgindo no horizonte terrestre.

Além disso, dois professores apresentaram um argumento de maneira semelhante à antiga ideia de que ao observar no horizonte pode se ter a sensação de que na Terra há um limite, e que neste limite estaria um grande abismo (professores 6 e 12).

Um professor apresentou a ideia de comparar a forma dos outros astros, como o Sol e a Lua, com a forma da Terra o que daria indícios de que a forma da Terra é esférica por semelhança (professor 9).

Por fim, um dos professores embora não tivesse argumentado o porquê da contradição aparente entre o modelo e o observável, ele apresentou o argumento da gravidade como causa da esfericidade da Terra, associando a ideia de atração dos corpos massivos causa o formato esférico da Terra (professor 23).

Neste grupo houve um professor (professor 22) que não explicou a contradição aparente afirmando não poder realizar isso em função da forma esférica ser um argumento científico enquanto que a forma observada não ser ciência, o que pode parecer uma crença na autoridade da ciência para provar que a Terra é esférica. Outro professor afirmou somente poder observar a Terra esférica com o uso de tecnologia, com a observação feita em um telescópio, sem relacionar com o referencial onde este telescópio estaria (professor 1).

Na categoria 3 classificamos 10 (dez) professores por não demonstrarem compreender a contradição aparente entre a Terra plana observada no cotidiano e no modelo esférico. Os argumentos apresentados por este grupo de professores são sintetizados na tabela 6.3.4.

Tabela 6.3.4 - Argumentos da categoria 3, da atividade 1, classificados nas respectivas subcategorias

Subcategoria	Síntese do Argumento
Observação do horizonte	**Professor 10:** "1) Elíptica. 2) Redonda. 3) Sim! Não! São "cilíndrica e achatada (nós polos)". 4) *Um bom exemplo é o mar, se você parte da praia rumo ao horizonte este sempre continuará se projetando mais a frente*". **Professor 20:** "A Terra possui uma forma um pouco elíptica, mas em nosso dia a dia é fácil pensá-la como esférica. O formato arredondado *posso demonstrar pedindo para observar o horizonte, lembrar quando estivemos em uma praia e observamos o horizonte* ou quando subimos um pico alto e podemos ter uma visão panorâmica... Ao dia a dia *observamos pela janela do avião também é possível concluir o formato esférico.* Porém, não consigo demonstrar o formato elíptico no meu dia a dia".
Observação da esfera celeste	**Professor 15:** "Redonda. *Quando olhamos para o céu notamos a sua forma redonda*". **Professor 21:** "Forma geoidal. Uma semicircunferência de 180º. Existe relação se pensarmos que a forma própria da Terra é uma esfera meio achatada nas pontas, se *ao olhar para o lado para cima e para outro lado temos meia esfera a outra parte estaria lá embaixo no outro hemisfério".*
Observação do Sol	**Professor 7:** "Em nosso dia a dia "aparentemente" a Terra é redonda. Embora se saiba que ela tem uma forma arredondada achatada nos polos 'elíptica', esférica. *A partir das observações do nascer e "pôr do Sol" percebe-se o formato redondo "a sombra da Terra" no horizonte*". **Professor 18:** "Arredondada é a forma, mas agimos como fosse plana, *basta ter um celular e ligar para diversas partes do mundo e pedirem para ver a posição do Sol naquele instante*".
Autoridade Científica	**Professor 17:** 1) Laranja. 2) Bola. 3) *Os estudos científicos provam que a Terra não é redonda,* totalmente, ela é uma bola achatada como uma laranja.
Tecnologia	**Professor 7:** *Considerando a observação feita por telescópio, permite constatar a imagem mais próxima do real".*
Frases vazias ou Chavões	**Professor 11:** "... Deformada ("sei lá") por *ações de forças externas e pressão interna* (?). Construções, modificação humana e natural. Em observações cotidianas, próprio bairro, reflexão como era, como é..." **Professor 13**: "A Terra é quase redonda, *observando da Terra ela se apresenta redonda...*". **Professora 16:** "Com certeza não é exatamente esférica/círculo. Eliptica??? *Poderia-se argumentar que é esférica quando da observação da incidência solar".* **Professor 19:** "*Observa-se também a posição das estrelas...*".

Os professores classificados neste grupo não perceberam a contradição entre a forma da Terra observável e o modelo. Boa parte dos argumentos apresentados pelos professores desta categoria expressou algum conhecimento astronômico não relacionado à problemática da forma da Terra.

Dois professores (10 e 20) apresentaram o argumento da observação do horizonte em uma praia como prova da esfericidade da Terra. Porém, não explicaram a maneira como um objeto observado no horizonte marítimo pode evidenciar a esfericidade ou então disseram visualizar a curvatura da Terra dizendo que apenas observando o limite do horizonte no mar seria possível – o que está incorreto, pois esta observação evidencia uma reta.

Dois professores (15 e 21) apresentaram ainda o argumento da observação da esfera celeste e disseram poder constatar, devido a seu aspecto aparentemente de um grande círculo. Um deles mencionou perceber a Terra dividida em 2 grandes hemisférios semicirculares, um acima da superfície (o que seria a esfera celeste) e outro abaixo da mesma (professor 21).

Dois professores associaram a possibilidade de constatar o formato esférico da Terra com a observação do Sol. Um deles afirmou poder verificar que a Terra é esférica a partir da observação da "curvatura dos raios solares" nos momentos do nascer e pôr do Sol, ainda que esta observação não permita concluir que a Terra é esférica (professor 7). Outro afirmou poder perceber a esfericidade observando a posição do Sol em distintos lugares, não explicando claramente o que isso significa (professor 18).

Dois professores afirmaram somente poder constatar que a Terra é esférica somente com provas científicas. Um professor disse somente ser possível provar que a Terra é esférica observando-a com tecnologia, como um telescópio (professor 7). Outro professor não citou exemplos e apenas afirmou de maneira vaga que a ciência prova que a Terra é esférica (professor 17), o que pode estar associado a uma crença na autoridade científica.

Por fim, quatro professores apresentaram argumentos chavões ou frases vagas para justificar o formato da Terra sem detalhar sua percepção. Um deles apresentou a noção de que a Terra é esférica pela observação da posição das estrelas (professor 19) e outro afirmou perceber com a observação da incidência solar (professor 16). O terceiro apresentou ser devido a forças externas ou pressões (professor 11). Outro apenas disse que observa a Terra como redonda (professor 13).

6.3.2. Limitações da observação para perceber a forma nos modelos

Na atividade 6, a classificação dos professores nas categorias 1, 2 e 3 se deu a partir da percepção das limitações da observação primeira para concluir o modelo e da maneira como os professores expressaram alguma tentativa de explicar o porquê dessas limitações. Na tabela 6.3.5 apresentamos o conjunto de categorias e subcategorias que surgiram da análise para a interpretação da atividade 6.

Tabela 6.3.5 - Categorias e Subcategorias construídas para análise da Questão 6

Categoria 1	Categoria 2	Categoria 3
Escalas e Proporção Incidência da luz solar e sombras	Autoridade Científica Observação de outros astros Tecnologia	Autoridade Científica Tecnologia Observação da esfera celeste Frases vazias e Chavões

Na **categoria 1**, classificamos os professores que demonstraram perceber que a observação cotidiana e primeira não permite concluir que a Terra é esférica. Estes professores apresentaram tentativas de explicar por que isso ocorre, com argumentos envolvendo reflexões sobre elementos da espacialidade ou conceitos científicos. Os argumentos apresentados foram subdivididos em 2 subcategorias:

- ***Escalas e Proporção:*** associam a limitação da observação da forma da Terra por que apenas observamos uma parte da Terra e não o todo.

- ***Incidência da luz solar e sombras:*** afirmaram perceber a esfericidade da Terra com a percepção da incidência da luz solar em diferentes regiões da Terra; afirmam poder constatar a esfericidade ao observar os eclipses e a sombra da Terra projetada na Lua.

Na **categoria 2** classificamos os professores que perceberam as limitações da observação ingênua, porém apresentaram argumentos científicos ou elementos da espacialidade vagos ou inconsistentes. Aparecem alguns chavões ou frases vazias sobre um conceito que está relacionado à questão central. Os argumentos apresentados foram subdivididos em três subcategorias:

- ***Observação de outros astros:*** afirmaram poder perceber que a Terra é esférica observando outros astros.

- ***Autoridade Científica*:** afirmaram ser possível provar que a Terra é esférica com experimentos e método científico ou apenas chamam de provas da ciência.

- ***Tecnologia**:* afirma somente perceber que a Terra é esférica com o uso de recursos tecnológicos como telescópios, sondas ou fotografias, dentre outros.

Na **categoria 3** classificamos os professores que não mencionam sua posição sobre a questão de decidir somente com os sentidos os movimentos da Terra e do Sol. Quando afirmam, apresentam argumentos vagos ou incorretos envolvendo reflexões sobre elementos da espacialidade ou científicos que não justificam a postura adotada. Diversas frases chavões ou informações vazias foram apresentadas e em alguns não se relacionavam corretamente à problemática central. Os argumentos apresentados foram subdivididos em 4 subcategorias

- ***Autoridade Científica:*** afirmam ser preciso experimentos ou recursos científicos que podem provar que a Terra é esférica.

- ***Tecnologia**:* afirma somente perceber que a Terra é esférica com o uso de recursos tecnológicos, como fotografias, telescópios, sondas ou outros recursos tecnológicos.

- ***Observação da esfera celeste:*** afirma poder observar o céu e perceber a forma "arredondada" da Terra.

- ***Frases vagas ou chavões:*** afirmam de maneira vaga que é preciso argumentos e observações ou não mencionou argumentos.

Na categoria 1 foram classificados 4 (quatro) professores. Os argumentos apresentados pelos professores classificados nesta categoria são apresentados na tabela 6.3.6.

Tabela 6.3.6 - Argumentos da categoria 1, da atividade 6, classificados nas respectivas subcategorias

Subcategoria	Síntese do Argumento
Escalas e Proporção	**Professor 10:** Somente na (visão) percepção cotidiana *não é possível até pelo simples fato da dimensão da área em que pisarmos e do tamanho do planeta*.
Incidência da luz solar e sombras	**Professor 7:** "*Sim, ao estabelecer relações sobre a incidência dos raios solares e as sombras que eles proporcionam em diferente lugares".* **Professor 19:** "Não podemos decidir somente com percepção cotidiana de fenômenos e eventos se a Terra é plana ou esférica... *Verificamos e observamos os fenômenos do nosso cotidiano como, por exemplo, posição do Sol ao longo do dia,* força de atração entre os corpos, *incidência de raios solares em regiões distintas do planeta*, portanto, necessitamos de vários argumentos que determinará a forma do planeta". **Professor 23:** "Podemos ver que a Terra é plana. Mas se observamos alguns *fenômenos como o eclipse* e a sombra de alguns objetos poderia nos deixar na duvida".

Três professores apresentaram o argumento que envolve a incidência dos raios solares ou as sombras de objetos. Dois deles apresentaram o argumento da observação das sombras de objetos em diferentes regiões (professor 7 e 19). O terceiro apresentou o argumento da observação da sombra da Terra na Lua durante um eclipse lunar (professor 23).

Apenas um deles afirmou que não é possível concluir a esfericidade da Terra usando noções de escalas ao afirmar que não podemos devido a observarmos parte do planeta, e não o todo (professor 10).

Na categoria 2 classificamos 10 (dez) professores que apresentaram argumentos confusos ou incompletos para defender sua postura. Nesta categoria classificamos também aqueles professores que se apoiaram em argumentos da autoridade da ciência ou com o uso de tecnologias. Na tabela 6.3.7 apresentamos uma síntese destes argumentos.

Tabela 6.3.7 - Argumentos da categoria 2, da atividade 6, classificados nas respectivas subcategorias

Subcategoria	Síntese do Argumento
Observação de outros astros	**Professor 5:** "Não dá para decidir se a Terra é plana ou esférica somente a partir de observações, *pois elas tanto podem pender para o esférico se formos contar os outros astros.* Precisamos de mais que observações, precisamos de experimentos, como a volta a Terra.".
Autoridade Científica	**Professor 4:** "Não, é necessário uma enorme gama de observações *e um método científico para chegar a alguma conclusão*". **Professor 12:** "Não, esses fenômenos e eventos ajudam, mas *tem que ser comprovados por teorias, pois sem estas teorias não teremos as comprovações científicas desses fenômenos que passarão do senso comum para o senso científico*". **Professor 14**: "... *Os filósofos antigos conseguiram utilizando a observação dos pontos de estrelas e seus movimentos com o passar do tempo e realizando vários cálculos matemáticos".* **Professor 16:** "... e com base em conceitos prévios, *argumentos dados científicos e comprovação científica poderemos tomar decisão sobre o formato da Terra.* **Professor 21**: "... *Para tomar uma decisão precisamos de uma análise mais aprofundada, a partir de experimentação...".* **Professor 22:** *"*Não. *Necessitamos de conhecimentos prévios, obtidos através de estudos como foi feito ao longo da história e evolução dos meios técnicos*".
Tecnologia	**Professor 6:** "Eu entendo que não só por argumentos fica quase impossível comprovar um ou outro, *mas hoje com a tecnologia sim podemos afirmar é claro que é esférica*". **Professor 3:** "Não, pois mesmo com muitos exemplos sempre existiram contra-argumentos para derrubar nossas ideias. *É necessário comprovação científica, uso de tecnologia*". **Professor 20:** "Tendemos a concluir apenas pela observação que a Terra é plana. *Para concluir que é esférica é preciso de teorias que colaborem para que a explicação científica ou/e tecnologias que permitem verificar o formato da Terra*". **Professor 14:** "Não, *tecnologia, tirar várias fotos do planeta (fora do planeta) ao longo do dia de um ponto fixo*".

Apenas um professor que argumentou sobre a possibilidade da observação dos astros, visto que os demais astros são esféricos, e poderia laçar a dúvida (professor 5).

Alguns professores se apoiaram no papel da tecnologia para concluir que a Terra é esférica (professor 3, 6, 14, 20), embora não evidenciassem que tipo de tecnologia poderia auxiliar nesta percepção.

Houve também professores que citaram ser o conhecimento científico aquele que possibilita concluir que a forma é esférica, ao passo que este conhecimento já foi enunciado

pelos cientistas ao longo da história, o que vai além do senso comum que seria a observação (professores 4, 12, 14, 16, 21, 22).

Dois professores afirmaram poder constatar com a observação de outros astros a forma da Terra, estabelecendo uma comparação com o que foi feito na antiguidade (professor 14).

Na categoria 3 classificamos 9 (nove) professores. Nesta categoria, os professores classificados não apresentaram reflexões sobre a questão proposta ou quando apresentou, citou argumentos científicos que fogem o âmbito da análise das limitações da observação ou são argumentos vagos e na forma de chavão. Na tabela 6.3.8 apresentamos uma síntese dos argumentos apresentados.

Tabela 6.3.8 - Argumentos da categoria 3, da atividade 6, classificados nas respectivas subcategorias

Subcategoria	Síntese do Argumento
Autoridade Científica	**Professor 2:** "... Somente *com observações de Tycho Brahe e astucia e seus funcionamentos cinemáticos começaram a ser entendidos, culminando a mudança radical do pensamento de então c/ Galileu e Newton. A tecnologia contribuiu p/ que o conhecimento fosse ampliado*".
Tecnologia	**Professor 17:** "Observações variadas em lugares, clima, hora. *Tecnologia...".* **Professor 18:** "*Uma foto todo tirada a partir da Lua seria bem interessante, como disse Armstrong: a Terra é azul! (podia ter dito esfericamente azul)".*
Observação da esfera celeste	**Professor 15:** "Sim, observando fatos que nos cercam, por exemplo, *olhando para o céu e girando o corpo notamos a forma arredondada da Terra; quando olhamos o mais distante possível notamos que as nuvens do céu parecem "cair" seguindo um arco*".
Frases vagas ou chavões	**Professor 1:** "Sim; Necessitamos: diálogo, argumentos, apresentação, defesa". **Professor 8:** "Sim, de acordo com a vivência sem usar a tecnologia de ponta, confirma que atitudes de observação fica nítida para definir o padrão de plana ou esférica. Isso depende muito do cotidiano, do lugar, da história para sociedade. *Como o exemplo de eventos esportivos transmitido no mundo em diversos lugares, dia e noite e não afirma que é plano ou esférico sem a explicação científica, que a rotação do planeta é vista por causa do dia e noite...".* **Professor 9:** "Não é possível com nossa percepção cotidiana concluir se a Terra possui forma esférica, plana ou qualquer outra. *Devemos nos afastar daquilo que observamos para não sermos influenciados, nem tão pouco para influenciarmos ou interferir no que observamos*". **Professor 11:** "Somente com a percepção cotidiana podemos refletir sobre o que vemos e tirar algumas conclusões, formular algumas hipóteses, mas utilizando alguns conceitos já previamente formulados *como medir o tempo entre sombras, verificar o Sol sobre os prédios, ligar ou verificar o horário em outras localidades, etc.".* **Professor 16:** *"Sim, podemos observar a altura do Sol desde o seu aparecimento até o desaparecimento no horizonte...*".

Um dos professores classificados nesta categoria apresentou argumentos que envolvem a autoridade científica analisando a questão da forma se apoiando em opiniões cientistas encontrados ao longo da história (professor 2).

Dois deles afirmaram poder concluir com o uso de recursos tecnológicos (professor 17), não mencionando qual seria este recurso tecnológico, ou então mencionou perceber isso visualização de uma foto (professor 18).

Dois deles ainda associaram a incidência da luz solar ou a percepção das sombras para determinar se a Terra é esférica (professores 11 e 16). Um deles apresentou de maneira vaga e desconexa a percepção da "altura" do Sol ou da variação das sombras no tempo, não explicitando o que significa esta altura ou o que se percebe desta sombra, ao longo do tempo, que forneça indícios da forma do planeta.

Um professor apresentou o argumento de que observando o formato do céu e da esfera celeste ou então o caminho que as nuvens fazem ao "cair no horizonte" é possível concluir que a Terra é esférica (professor 15).

Grande parte dos professores classificados nesta categoria (5 professores – 1, 8, 9, 11 e 16) apresentaram frases vazias ou conhecimentos astronômicos "chavões", como a noção do dia e da noite e dos movimentos dos planetas que fogem o problema da forma da Terra.

6.3.3. Analisando as percepções da forma dos planetas

Do total dos professores que participaram do curso, nos pareceu que apenas 5 deles apresentaram tentativas de explicar algumas das razões que fazem com que percebamos uma contradição aparente entre a forma da Terra observada e apresentada pelo modelo. Embora estes professores buscassem explicar esta contradição usando de maneira satisfatória a ideia do referencial e das escalas e proporção da Terra, estes argumentos pareceram ainda pouco elaborados e desenvolvidos.

Outro grupo de professores (classificados na categoria 2) muito embora percebessem a contradição não apresentaram argumentos que a explicasse. Muitos, na tentativa de argumentação, apresentaram apenas explicações de como podemos evidenciar que a Terra é esférica, fazendo o uso de argumentos como a observação dos navios no horizonte, a gravidade como justificativa da forma ou a comparação com o formato de outros astros.

Cerca de metade dos professores (dez, classificados na categoria 3) não apresentou elementos que evidenciasse uma percepção das contradições entre a forma observada no cotidiano e o modelo científico. Isso pode evidenciar que nem todos os professores compreenderam a pergunta ou que esta poderia gerar diferentes respostas que são contraditórias.

Neste grupo encontramos professores que afirmaram ter a Terra um formato "elíptico" ou "ovoide". Essas respostas podem ser uma tentativa do professor em expressar alguma informação vaga em temas da astronomia, que muitas vezes não seja parte do problema em questão. O termo "elíptico", por exemplo, pode se referir as órbitas dos planetas e não a sua forma, mas pode ter sido assim associado pelo professor. Seu uso pode também estar relacionado à tentativa destes professores em expressar o achatamento nos polos da Terra, por exemplo.

A dificuldade em explicar a contradição entre o formato da Terra observável e o formato que geralmente aprendemos em nossas vidas pode estar associada à falta de conciliação de perspectivas de distintos referenciais. Isso porque muitos professores pareceram não conciliar as perspectivas do referencial terrestre com a representação no modelo, que se dá desde um referencial externo.

Outro aspecto que nos pareceu ser um obstáculo à percepção das diferentes perspectivas da forma da Terra pode ser devido a não aceitação de que há nesta questão duas perspectivas antagônicas, a da forma plana e a da forma esférica. Antes do curso, na questão da contradição, os professores argumentavam com noções de referencial e escalas e proporção; após o curso, na questão das limitações, eles usavam noções de escalas e proporção e incidência dos raios solares e sombras, sugerindo um resultado do curso como um todo, mas predominantemente as atividades 2 e 4. A gravidade, trabalhada na atividade 3, somente foi usada para justificar a forma por um professor que já sabia este conceito antes (porque ele respondeu na questão da atividade 1), mostrando o quanto este argumento ainda é bastante complexo para estes professores.

Ainda que durante o curso fosse ressaltada a questão da importância dos professores para não utilizarem argumentos de autoridade científica, houve muitos que mencionaram apenas este fator como prova científica da esfericidade da Terra. Isso pode ser devido a uma falta de argumento sobre esta questão ou uma crença na ciência.

6.4. PERCEPÇÕES DOS MOVIMENTOS DOS PLANETAS

Nesta seção voltamos nosso olhar para os argumentos apresentados pelos professores às questões propostas nas atividades 7 e 12. Os resultados da problematização dos movimentos obtidos nestas atividades são apresentados e analisados buscando evidenciar como os professores argumentavam sobre as relações de contradição e limitação sobre a observação cotidiana e os modelos científicos atualmente aceitos para os movimentos da Terra.

Desta maneira, evidenciamos primeiramente os resultados da atividade 7 nas categorias elaboradas (6.4.1) e, em seguida, na seção (6.4.2) os resultados obtidos da atividade 12 nas categorias organizadas. Ao final, apresentamos na seção 6.4.3 uma análise dos resultados apresentados nas seções anteriores.

Após um longo processo de leitura e releitura das respostas dos professores às questões propostas, classificamos os argumentos apresentados em 3 grandes categorias. Tais categorias foram divididas em subcategorias de acordo com a natureza do argumento apresentado pelo professor.

Com esta análise não temos o objetivo de esgotar ou mensurar as concepções dos professores, mas sim destacar elementos que possam indicar a maneira como os professores interpretaram as relações entre a observação cotidiana e o modelo científico atualmente aceito.

- *As contradições aparentes entre os elementos observáveis no cotidiano e os modelos científicos*: para os movimentos dos planetas, significa perceber que o Sol se movimenta em torno de um referencial na Terra, de acordo com o observável no cotidiano, o que contradiz o modelo científico de que a Terra se movimenta em torno do Sol.

- *As limitações dos elementos observáveis no cotidiano para compreender os modelos científicos:* para a discussão dos movimentos da Terra e dos demais planetas significa perceber que não é possível concluir somente através da observação cotidiana e primeira que os planetas se movimentam em torno do Sol.

6.4.1. Contradições entre a observação e o modelo para os movimentos

De maneira distinta à problematização da contradição entre o observável e o modelo para a forma da Terra, todos os professores de nossa amostra perceberam as contradições entre o movimento aparente do Sol e das estrelas e o modelo de movimentos da Terra. Dessa maneira, não houve professores classificados na categoria 3, visto que não houve algum professor que não expressou perceber esta contradição. Na tabela 6.4.1 apresentamos o conjunto de categorias e subcategorias que surgiram a partir da interpretação da atividade 7.

Tabela 6.4.1 - Categorias e Subcategorias construídas para análise da Questão 7

Categoria 1	Categoria 2
Referencial Movimentos Relativos	Referencial Movimentos Relativos Gravidade Tecnologia Fenômenos Frases vagas ou Chavões

Na **categoria 1** classificamos os professores que apresentaram argumentos que justificam as contradições entre a observação e o modelo científico atualmente aceito para os movimentos da Terra. Este grupo de professores apresentou argumentos com base em conceitos científicos que justificam o porquê dessa contradição ocorrer. Os argumentos apresentados na categoria 1 foram divididos em 2 (duas) subcategorias:

- ***Referencial:*** afirma depender do referencial a percepção do movimento da Terra ou do Sol e evidencia o papel do referencial no estudo dos movimentos.

- ***Movimentos Relativos:*** afirma não ser possível perceber o movimento da Terra porque estamos nos movendo junto a ela.

Na **categoria 2** classificamos os professores que expressaram claramente a percepção de contradição entre o movimento observado no cotidiano e os movimentos representados em um modelo. No entanto, apresentaram argumentos incompletos que não permitem explicar algumas razões para esta contradição ocorrer. Alguns expressaram conhecimentos de maneira vaga ou mesmo errôneos. Desta maneira, os argumentos da categoria 2 (dois) foram distinguidos em 6 (seis) subcategorias:

- ***Referencial:*** afirma ser o referencial terrestre que possibilita observar o movimento do Sol e o mesmo não permitir verificar o movimento da Terra.
- ***Movimentos Relativos:*** afirma ser devido ao movimento relativo entre o Sol e o observador na Terra.
- ***Gravidade:*** afirma ser a gravidade a causa do movimento da Terra ao redor do Sol, porém não explica a contradição, mas sim a causa.
- ***Tecnologia:*** afirma ser possível perceber os movimentos da Terra somente a partir de recursos tecnológicos.
- ***Fenômenos:*** afirma serem os fenômenos de dia e noite que comprova que a Terra gira em torno do Sol.
- ***Frases vazias ou chavões:*** apresenta ideias baseadas em conceitos científicos ou da espacialidade corretamente, sem relação com a questão proposta ou sem significado ou afirmou não poder explicar a questão central ou não saber como é possível perceber os movimentos da Terra.

Na primeira categoria, 7 (sete) professores demonstraram uma tentativa de explicar a porque da contradição entre o movimento aparente do Sol e o modelo que atribui movimentos a Terra e aos demais planetas. Os argumentos apresentados pelos professores classificados na categoria 1, de maneira resumida, são apresentados na tabela 6.4.2.

Tabela 6.4.2 - Argumentos na categoria 1, atividade 7, classificados nas respectivas subcategorias

Subcategoria	Síntese dos Argumentos
Referencial	**Professor 9:** "... Podemos *estudar o movimento dos corpos usando qualquer referencial. Porém, a escolha adequada do sistema de coordenadas simplifica a análise do movimento*... A fim de medirmos o tempo para aplicações em nossa vida cotidiana, usar a nossa localização é muito mais conveninente, porém, se o foco do nosso trabalho é a observação do cosmos, *considerar o Sol como a origem do sistema de referência é mais conveniente"*. **Professor 17:** "*... A diferença é o referencial na 1ª pergunta não vemos, apenas "sabemos" e na 2ª é visível*". **Professor 23:** "No meu dia a dia da para perceber que o Sol se movimenta em relação a Terra é fácil pensar que a Terra está parada... *Depende do referencial a Terra ou o Sol pode estar em movimento depende o referencial*".
Movimentos Relativos	**Professor 3:** "...A relação da minha primeira resposta com a segunda são diferentes porque *estou inserido na Terra e meu corpo segue o movimento (a inércia) então a impressão que tenho é de que estou parado e de que as coisas ao meu redor (o Sol) é que se movimenta*. Como exemplo, ao estar dentro de um trem, *a impressão que temos é de que o trem está parado e de que o meio em que estamos inseridos é de que está se movimentando"*. **Professor 4:** "... Isto gera a contradição entre as duas respostas, mas *pode ser explicado pelo movimento relativo entre os corpos e o referencial adotado*". **Professor 11:** "... A Terra em torno do Sol, o que se "observa" no dia a dia é o "sol se movimentar". *Depende do ponto de vista do observador como aparentemente ele está parado ao ver o Sol tem a impressão que ele se movimenta*". **Professor 14:** "*... A explicação é que a Terra está girando e eu que estou observando, estou girando junto com o planeta, então tenho a impressão que é o Sol que está girando*".

Dois professores relacionaram o estudo do movimento da Terra ou do Sol de acordo com a escolha do referencial. Um deles disse ser uma escolha de referencial para determinar quem se movimenta em torno de quem (professor 23) ou a escolha do referencial pode simplificar o estudo dos movimentos observados (professor 9).

Outros dois professores relacionaram a não possibilidade de percepção dos movimentos da Terra com a ideia dos movimentos serem relativos, ou seja, em função de estarmos localizados na superfície de nosso planeta e realizarmos os movimentos juntamente com a Terra (professores 3 e 14).

Um deles apresentou a ideia de que pelo fato de estarmos "parados" tem a impressão de que o Sol se movimenta (professor 11). O outro professor apenas disse ser "por causa do movimento relativo entre os corpos", embora não tenha mencionado exemplos ou de maneira mais detalhada (professor 4).

Na categoria 2, por sua vez, classificamos os demais professores (três) que reconheceram a contradição, porém não apresentaram argumentos de maneira completa e clara ou apresentaram respostas que fugiram da questão da contradição entre o observável e do modelo. Na tabela 6.4.3 apresentamos uma síntese dos argumentos dos professores nesta categoria.

Tabela 6.4.3 - Argumentos na categoria 2, da atividade 7, classificados nas respectivas subcategorias

Subcategorias	Síntese dos Argumentos
Gravidade	**Professor 5:** "... *O movimento do Sol ao redor da Terra se refere a força de gravidade que o Sol exerce sobre a Terra e sua massa. O Sol "puxa" os astros menores para sua órbita*". **Professor 10:** "... Pode parecer contraditório... *O Sol possui ("mais massa") "poder de atração" essa atração faz com que a Terra seja atraída e "orbite" em torno do Sol*". **Professor 19:** "... *A Terra se movimenta ao redor do Sol devido a interação de atração entre o Sol e outros planetas, que são atraídos pela força gravitacional.* O movimento da Terra é elíptico...". **Professor 20:** "... Há uma contradição entre a observação e a realidade. *O Sol possui uma massa de 100x maior do que a Terra e é por isso que nós e outros planetas estamos presos pela gravidade nas órbitas*".
Fenômenos	**Professor 12:** "... *Uma prova que a Terra se movimenta é o dia e a noite, mas não percebemos esse movimento, pois ele é muito "discreto".* **Professor 15:** "... *Tal fato está relacionado ao movimento de rotação da Terra sobre seu eixo. Nesse movimento de rotação os países do "hemisfério" (esqueci a palavra) oeste tem "sol" (dia) enquanto os demais (oriente) têm noite, portanto, a Terra é quem giram em torno do Sol".* **Professor 16:** *"...De acordo com a afirmação anterior de que a Terra se movimenta em torno do Sol, pode ser constatado pelos períodos com ou sem luz em uma das faces do planeta..."*
Tecnologia	**Professor 2:** *"...não é difícil de entender nos dias de hoje, onde a tecnologia nos auxilia..."*
Frases Vagas ou Chavões	**Professor 1:** "Na realidade a Terra movimenta ao redor do Sol (sistema solar), em *movimento de translação ao redor do Sol, com duração de 365 dias e 6 horas. A cada 4 em 4 anos, com 366 dias, é acrescentado um dia no mês de fevereiro com com 29 dias, denominado ano bissexto. O movimento de rotação que realiza ao redor de si memo, com duração de 24horas (1 dia) acontece o dia e a noite. Observando a incidencia dos raios solares e observar a sombra dos objetos."* **Professor 8**: "... *O movimento de rotação e translação que auxilia a explicação e impressão de quem se movimenta em relação ao outro...*". **Professor 7:** "Em nosso dia-a-dia, observa-se o movimento do Sol e o denominado translação. Embora haja contradições nessa observação, pois o movimento aparente do Sol em torno da Terra. Ao *observar o movimento "aparente" do Sol em torno da Terra, não fica claro a observação do movimento da Terra (dia e noite)*". **Professor 13:** "A Terra faz alguns movimentos em torno do Sol, e dela mesma ao mesmo tempo, considerando que o Sol é o eixo central desse movimento. Para mim, *não está bem claro os movimento da Terra, além dos dois movimentos, que não são claros".* **Professor 22:** "... Eu percebo que não há contradições, pois *os planetas se movimentam em torno da Terra devido ao sistema gravitacional".*

Todos os professores classificados na categoria 2 perceberam a contradição entre o movimento observável e o modelo científico atualmente aceito. No entanto, a natureza de seus argumentos foi diversificada e pode exemplificar a maneira como os professores encaram esta contradição.

Quatro professores apresentaram o argumento da gravidade como explicação da causa do movimento de revolução da Terra ao redor do Sol, o que não se trata de um argumento para justificar a contradição aparente problematizada (professores 5, 10, 19 e 20).

Outros três professores (12, 15 e 16) apresentaram o argumento de que a percepção do fenômeno do dia e da noite seria uma prova ou evidencia do movimento da Terra. Outro professor apresentou o argumento de que é possível somente com recursos tecnológicos perceber que a Terra se move (professor 2).

Boa parte dos professores classificados nesta categoria (4 professores) apresentou frases vagas ou chavões para justificar o porquê a Terra se movimenta. Um deles apresentou a ideia de que isso ocorre devido ao sistema gravitacional (professor 22), mas não disse o que significa esse termo. Dois professores não apresentaram argumentos, apenas disseram não estar clara a observação dos movimentos da Terra (professor 7 e 13).

Dois professores apresentaram diversos chavões de conhecimentos astronômicos sem reflexão alguma sobre a questão proposta, apenas transmitindo conceitos, como a duração do dia e da noite e das estações do ano, a existência do movimento de translação e rotação da Terra (definições teóricas) ou a observação da sombra de objetos (professor 1 e 8).

6.4.2. Limitações da observação para perceber os movimentos nos modelos

Nesta seção apresentamos os dados obtidos com a questão proposta para síntese na atividade 12, encerrando o ciclo de atividades sobre os movimentos dos planetas. A classificação dos professores nas categorias 1, 2 e 3 se deu a partir da percepção das limitações entre a observação primeira para concluir o modelo e da natureza das justificativas apresentadas. Na tabela 6.4.4 apresentamos as categorias elaboradas para analisar a percepção dos professores acerca desta questão.

Tabela 6.4.4 - Categorias e Subcategorias construídas para análise da Questão 12

Categoria 1	Categoria 2	Categoria 3
Observação de outros astros	Observação de outros astros Tecnologia	Autoridade Científica Tecnologia Fenômenos Frases vagas ou chavões

Na **categoria 1** classificamos os argumentos apresentados pelos professores que justificaram ser possível determinar com constatações além da observação primeira que a Terra está em movimento. Estes professores apresentaram argumentos relacionando a observação de outros astros para poder adotar uma decisão de quem se movimenta somente com a observação. Nesta categoria dividimos os argumentos apresentados em apenas 1 subcategoria:

- ***Observação de outros astros:*** afirma ser possível constatar os movimentos da Terra a partir de observação de outros astros, como estrelas, planetas e luas ao longo do tempo, percebendo os movimentos e a variação da posição destes astros permite constatar que a Terra se movimenta.

Na **categoria 2** classificamos os argumentos apresentados pelos professores que expressaram alguma ideia usando conceitos astronômicos, porém se apresentaram muitas vezes incompletos e pouco desenvolvidos. Subdividimos a categoria em 2 subcategorias:

- ***Observação de outros astros:*** afirma poder constatar os movimentos da Terra com a observação da posição das constelações e dos planetas, porém não afirma como e em quanto tempo e não desenvolve estas ideias.

- ***Tecnologia****:* afirma perceber que a Terra é esférica somente com o uso de recursos tecnológicos como fotografias, telescópios, sondas, dentre outros.

Por fim, na **categoria 3**, classificamos os professores que apresentaram argumentos que não demonstraram reflexões sobre a questão da limitação do observável. Ainda que alguns desses professores argumentassem usando conceitos astronômicos, estes se deram de maneira incorreta ou desconexos com o problema em questão, em forma de frases vagas e chavões. Esta categoria foi subdividia em 4 (quatro) subcategorias:

- ***Autoridade Científica*:** afirma que é possível somente com experimentos ou artifícios da ciência ser capaz de comprovar que a Terra possui movimentos, mas não os cita.

- ***Tecnologia**:* afirma somente perceber que a Terra é esférica com o uso de recursos tecnológicos como fotografias, telescópios, sondas ou outros, porém não menciona como.

- ***Fenômenos:*** afirma serem a existência de fenômenos como o dia e a noite, as estações do ano, fases da lua ou eclipses, provas dos movimentos da Terra, embora estes são fatos observáveis que o modelo para os movimentos os explica.

- ***Frases vagas ou chavões:*** afirma frases vagas ou chavões usando conceitos de astronomia, como dia e noite, movimentos de translação e rotação, estações do ano de maneira transmissiva, vaga e sem significado sobre a questão proposta.

Na **categoria 1**, 5 (cinco) professores foram classificados devido a enunciarem o argumento da observação de outros astros como aquele que permite concluir com a observação que a Terra se move, compreendendo que com a observação primeira não é possível determinar os movimentos da Terra. Na tabela 6.4.5 apresentamos os argumentos enunciados pelos professores.

Tabela 6.4.5 - Argumentos da categoria 1, atividade 12, classificados nas respectivas subcategorias

Subcategoria	Síntese do Argumento
Observação de outros astros	**Professor 3:** "Não. Necessitamos *observar as posições das constelações e das "estrelas errantes" ao longo do ano*". **Professor 4:** "Não, pois é necessário você utilizar outras referências conjuntas para perceber quem realmente se movimenta. *Utilizando as estrelas como referência podemos perceber que a posição delas se altera ao longo do ano, outra forma seria observar a órbita dos planetas e suas luas ao longo do tempo.* Não seria plausível um modelo geocêntrico a partir destas observações". **Professor 10:** "... Somente com a percepção cotidiana podemos ter uma falsa percepção. Para tomar essa decisão temos que *observar outros astros no céu como, por exemplo, as fases de Vênus, da Lua, as imperfeições no céu e entendemos que além do heliocentrismo há também o policentrismo*". **Professor 19:** "... Para termos uma decisão mais exata de que a Terra gira em torno do Sol, *observamos a Lua, as estrelas, os planetas... as posições que os astros ocupam num dado momento e depois em outro momento".* **Professor 20:** "Não, precisamos de comprovação... Alguns *exemplos para tomar a "decisão" que é a Terra quem gira em torno do Sol e não ao contrário são: as fases de Venus; quando observamos as fases da Lua; quando se constata que as luas de Júpiter "circula" nele, mostrando que o universo é policêntrico*".

Todos os professores nesta categoria apresentaram como argumento a observação da posição dos planetas e constelações, mencionando observar a variação das posições ao longo de observações em distintos momentos, em relação às estrelas de fundo, como argumento para justificar os movimentos da Terra (professores 4 e 19). Um professor apresentou de maneira direta a ideia de observar as posições das constelações e dos planetas ao longo do ano (professor 3).

Também foram apresentados alguns dos argumentos que auxiliara a reforçar a ideia de que a Terra não era o centro dos movimentos de todos os corpos celestes, como a existência de fases em Vênus ou de luas em Júpiter (professor 10 e 20).

Na **categoria 2** classificamos 5 (cinco) professores que tentaram explicar a constatação dos movimentos da Terra através da observação de outros astros e alguns deles expressam a necessidade de observar estes astros com recursos tecnológicos. Na tabela 6.4.6 apresentamos os argumentos enunciados por estes professores.

Tabela 6.4.6 - Argumentos da categoria 2, da atividade 12, classificados nas respectivas subcategorias

Subcategoria	Síntese do Argumento
Observação de outros astros	**Professor 5:** "... Só olhando para o céu não dá para saber se o Sol gira ao redor da Terra ou a Terra gira ao redor do Sol. Com base em observações através de instrumentos, *ou observando nosso satélite (lua) e outros astros do céu".* **Professor 8:** *"... a questão de observar as estrelas e ter um parâmetro de lugar em relação ao tempo... as estrelas aparecem em uma determinada região, mas é possível observar essa migração, afirmando a movimentação.".* **Professor 11:** "Acho que só com a percepção cotidiana não é possível decidir quem giram em torno do Sol ou não... devemos ter conhecimentos específicos para que através *da observação por grandes períodos comparáveis (bases iguais) possamos chegar a conclusão que o Sol é o "centro" e a Terra gira em torno dele...*". **Professor 14:** "Podemos perceber *o movimento do planeta Marte (exemplo) do ponto de vista da Terra (geocêntrica) teremos a ideia de "estrela errante", no entanto do ponto de vista heliocêntrica teremos a ideia de um movimento contínuo, isto se realizarmos um estudo ao longo de um ano*". **Professor 16:** "Não, a percepção cotidiana possibilita perceber as alterações da posição solar ("nascente", "poente", descolamento dos mesmos pontos)... *É possível através da observação cotidiana das estrelas e planetas estabelecer uma previsão, prever eventos naturais e muitos outros conhecimentos...*".
Tecnologia	**Professor 5:** "*...Com base em observações através de instrumentos*, ou observando nosso satélite (lua) e outros astros do céu". **Professor 11:** "*... No mínimo conhecer as constelações e utilizar aparelhos de observação para acompanhar os movimentos*".

Três professores (professor 8, 11 e 16) chegaram a enunciar a necessidade de observar as estrelas ou os planetas, porém não expressaram uma ideia clara e coerente sobre a necessidade dessa observação perceber a variação da posição destes astros em observações ao longo de um intervalo de tempo. Um professor apresentou a ideia de que é possível com a observação dos movimentos de outros astros, porém de maneira muito resumida, não expressando maiores detalhes desta observação (professor 5).

Outro professor também expressou de maneira vaga a percepção do movimento de Marte e sua constatação como planeta que possui um movimento em relação às estrelas fixas, porém ao justificar uma noção de que esta evidencia no modelo heliocêntrico seria um movimento contínuo, não expressando claramente o que significa esta ideia (professor 14).

Na **categoria 3** classificamos 10 (dez) professores que não apresentaram argumentos que pudessem concluir que a Terra possui movimento. Estes professores, quando apresentaram argumentos científicos, associaram esta questão a fenômenos que não tem relação à questão do movimento da Terra. Alguns deles associaram a possibilidade de somente com recursos de a ciência provar este movimento. Outros apresentaram frases vagas ou chavões, usando conceitos astronômicos ou elementos da espacialidade sem que isto estivesse conectado ao problema. Na tabela 6.4.7 apresentamos os argumentos expressos por estes professores.

Tabela 6.4.7 - Argumentos da categoria 3, atividade 12, classificados nas respectivas subcategorias

Subcategoria	Síntese do Argumento
Autoridade Científica	**Professor 22:** "*... mas a certeza mesmo só obtemos a partir do momento que se concluem pesquisas e com elas surgem dados; estes podem ser numéricos, imagens e etc.*".
Tecnologia	**Professor 13:** "A olho nu é necessário um longo tempo de observação, mesmo assim cada observador teria opiniões adversas, *conclusão definida é necessária uma pesquisa com recursos tecnológicos...*".
Fenômenos	**Professor 12:** "... Sim, pelo *dia e pela noite. Se a Terra não gira em torno do Sol não haveria esses dois períodos diferentes de claro e escuro*". **Professor 15:** "... Prova disto são as *estações do ano, nas quais há predominância de frio e tempo nublado*". **Professor 23:** "Sim, mas só seremos *capazes de observar isso se fazemos alguns cálculos básicos de semelhança de triângulos em eclipses*".
Frases vagas ou chavões	**Professor 1:** "Que a Terra gira em torno do Sol: translação, rotação (dia e noite); *através da observação cotidiana: Local (onde ele nasce) – leste; referencia; local (onde ele se põe) – oeste;* solstício de verão; equinócio; solstício de inverno". **Professor 2:** "Tudo é uma questão de observação e associação... *Quanto tempo de observação durante anos, percebendo determinados fenômenos naturais acontecendo e se repetindo, completando ciclos que foram associados a determinadas posições do céu noturno*". **Professor 7:** "Sim, através da percepção dos movimentos aparente do Sol e da Lua. *É importante destacar que para observar o movimento é preciso perceber uma noção de movimento relativo a um sistema de referencial...*". **Professor 9:** "Apenas com a nossa percepção cotidiana de fenômenos e eventos não é possível decidir pelo modelo da Terra girando em torno do Sol. *Quando foram feitos os cálculos para levar um homem a Lua, o referencial foi colocado na Terra*". **Professor 17:** "Não, *esta decisão depende de muita observação para não ser enganado pelo movimento aparente*".

Um professor afirmou ser possível concluir que a Terra se movimenta somente com recursos tecnológicos, e não os citou (professores 13). Houve também um professor que disse ser somente possível determinar o movimento da Terra com pesquisas científicas, imagens e cálculos matemáticos, atribuindo a autoridade da ciência para provar que a Terra se move (professor 22).

Outros três professores associaram como prova do movimento da Terra a existência de fenômenos como dia e noite (professor 12), estações do ano (professor 15) e eclipses (professor 23), embora a existência destes fenômenos possa ser justificada tanto pelo movimento da Terra quanto pelo movimento do Sol, não sendo assim uma prova de um modelo, mas sim um fato para o modelo explicar.

Grande parte dos professores desta categoria (5 professores) apresentou frases vagas, se referindo, por exemplo, à percepção do movimento relativo e a um sistema de referencial (professor 7 e 9) ou mencionando apenas a necessidade de observação (professor 2 e 17), sem refletir como seria a influencia do referencial e qual a observação que determinaria o movimento da Terra. Um professor apresentou conceitos como dia e noite, equinócios e solstícios de maneira transmissiva, sem apresentar reflexões sobre o movimento da Terra e do Sol (professor 1).

6.4.3. Analisando as percepções dos movimentos dos planetas

Diferentemente da problematização da contradição feita para a forma da Terra, todos os professores indicaram em suas respostas para a questão 7 perceberem a contradição entre o movimento do Sol observável e o modelo heliocêntrico que atribui movimento à Terra ao redor do Sol.

Houve professores que perceberam esta contradição e a explicaram usando os conceitos de referencial e de movimentos relativos. Uma pequena parte deles (5 professores classificados na categoria 1) apresentaram tais argumentos de maneira correta relacionando o motivo da contradição com estes conceitos.

No entanto, grande parte deles (15 professores classificados na categoria 2) apresentou argumentos obscuros sobre a contradição, embora tivessem usado noções do papel do referencial e dos movimentos relativos. Outros fugiram da pergunta proposta e não

responderam a questão da contradição, embora tenham apresentado noções da gravidade, da tecnologia ou de fenômenos para demonstrar que a Terra se movimenta, procurando justificar a causa dos movimentos de nosso planeta e não a contradição.

Muitos tentaram justificar que a Terra possui movimentos usando frases vagas, sem significados ou chavões do conhecimento astronômico, como *"a Terra possui movimentos de translação ou rotação"*.

No final das atividades sobre os movimentos dos planetas, ao questionarmos se seria possível concluir que a Terra se move somente com a observação, percebemos que uma parte dos professores usou alguns dos argumentos enfatizados ao longo das atividades, como a necessidade de observação de outros astros, ou adotando como referencial as estrelas de fundo, para se perceber que a Terra se movimenta.

Alguns dos professores (5 classificados na categoria 1) usaram a ideia trabalhada durante o curso de que a observação de outros astros e planetas ao longo de um período ou mesmo a observação dos demais planetas além da Terra poderia auxiliar a determinar que a Terra se move.

Embora alguns professores tivessem mencionado a importância da observação de outros astros longo de um intervalo de tempo, houve alguns professores (5 classificados na categoria 2) que expressaram alguma tentativa de resposta para o movimento da Terra usando também esta perspectiva de observação de outros astros, porém os apresentaram sem indicar que perceberam a necessidade desta observação ser realizada ao longo de um período, não de maneira direta. Ainda, alguns desses professores disseram ser preciso que tais observações sejam feitas com o uso de telescópios, associando a necessidade da tecnologia para perceber os movimentos.

No entanto, a maior parte dos professores (10 classificados na categoria 3) apresentou argumentos sobre a limitação da observação de maneira incompleta, vaga ou na forma de chavão. Alguns daqueles que apresentaram de maneira incompleta o argumento, associaram os fenômenos como estações do ano e dia e noite como justificativas dos movimentos da Terra. Alguns deles chegaram a dizer que sem os movimentos da Terra esses fenômenos não existiriam.

Isso pode estar relacionado com certa confusão feita pelos professores entre a relação fenômeno e modelo na ciência em que, grande parte dos casos, o modelo busca descrever os

fenômenos. Neste caso, os fenômenos do dia e noite, estações do ano, fases da Lua, eclipses são explicados de maneira satisfatória tanto pelos modelos que atribuem a Terra estática quanto pelos que conferem movimentos a Terra.

Houve ainda um grupo de professores que apresentaram noções de que "a ciência prova que a Terra se move" ou que com tecnologias seria possível provar seus movimentos, expressando uma crença profunda no conhecimento atual e desconsiderando que o conhecimento observacional é a fonte de informações para a construção dos modelos astronômicos e que, por sua vez, já existiam mesmo antes da tecnologia atual ou das provas científicas.

Alguns professores apresentaram a ideia de que a atração gravitacional dos planetas ao Sol é o que explica os movimentos da Terra, se limitando a essa ideia que muitas vezes é aprendida nas escolas, e não refletindo sobre a relação desta lei com a observação cotidiana.

Contudo, ao analisarmos as maneiras como os professores argumentavam antes de realizarem as atividades sobre os movimentos dos planetas, com a problematização da contradição aparente, e após realizarem as atividades propostas para este tema, percebemos que inicialmente muitos professores usaram para explicar a contradição os elementos do referencial e dos movimentos relativos.

Ao final, na questão da limitação, ou seja, após as atividades de movimentos, percebemos que outros argumentos trabalhados no curso foram apresentados, como a observação de outros fenômenos, eventos e a posição e os movimentos de outros astros.

6.5. PERCEPÇÕES NOS DEBATES "JÚRI SIMULADO"

Nesta seção apresentamos uma análise de duas atividades do curso que julgamos interessantes para perceber a maneira como a proposta de ensino elaborada forneceu elementos para uma percepção mais crítica, que buscasse argumentos para relacionar a observação cotidiana com os modelos aprendidos, sobre os conceitos de forma e movimentos dos planetas.

Na seção 6.5.1 apresentamos uma análise dos resultados obtidos com as gravações em áudio e vídeo da atividade 7 que consistiu no debate intitulado *Júri Simulado* sobre a questão *"A Terra é plana ou esférica?"*. Na seção 6.5.2 apresentamos os resultados da atividade 12,

que se tratou do debate júri simulado sobre a questão “A Terra se move ao redor do Sol ou o Sol ao redor da Terra?”.

Na seção 6.5.3, por sua vez, apresentamos nossa análise dos argumentos apresentados no debate buscando analisar como os professores usaram os argumentos trabalhados no curso para discutir a forma e os movimentos dos planetas.

6.5.1. Debatendo se a Terra é plana ou esférica?

O debate foi proposto na atividade 6 como descrevemos na seção 5.1.2. Este debate ocorreu com dois grandes grupos, com 9 professores em cada, em que um defendeu a forma plana e outro a forma esférica. O Júri avaliador foi composto por 4 professores que se dispuseram a integrar o mesmo.

Inicialmente o Júri apresentou as regras do debate, explicitando como deveria ser a apresentação dos argumentos e contra argumentos, além do tempo aproximado destinado a ambos. Foram também apresentados os critérios para a avaliação dos argumentos, como a clareza na exposição do argumento, o respeito ao grupo adversário, o uso de conceitos cotidianos e a consideração do contexto da época, sendo o escolhido na antiguidade, dentre outros.

O Júri propôs que o grupo que iniciasse o debate fosse aquele que defenderia a Terra plana, devido à ideia de Terra plana ter precedido a ideia de Terra esférica. Foi sugerido também que os grupos apresentassem primeiramente sua postura e seus argumentos centrais, num tempo de aproximadamente 5 minutos.

Ao iniciar o debate, o grupo da Terra plana expôs a ideia central, se apoiando na constatação do formato plano obtido com a <u>observação primeira e cotidiana</u> de nosso planeta:

> **Professor 17:** “Bom, eu sou uma pessoa certo, estou aqui na Terra plana, certo? *Então o que acontece: eu vejo na minha frente uma Terra e vocês. Aqui também, árvores que está do outro lado e vocês, e assim em diante. Tudo no mesmo plano...*”.

O primeiro argumento apresentado no debate pelo grupo da Terra plana foi o argumento baseado <u>no mito da Terra plana</u>. Nesse argumento, dois professores defendiam a Terra ser plana em função da história dos navegantes que viajaram em alto mar e não retornaram para sua morada:

> **Professor 6:** *"O meu pai conta, que conheceu meu avô, que tinha um amigo que comprou uma caravela juntou alguns marujos e seguiram mar a dentro e nunca mais eles foram vistos..."*.
>
> **Professor 5:** "Eu também ouvi uma história dessa situação, *de navios que foram mar adentro e que não voltaram mais, as pessoas dizem várias coisas sobre isso, mas talvez eles caíram no abismo da Terra...*".

O grupo da Terra esférica contra argumentou o mito da Terra plana, dizendo já saber nesta época que a Terra era esférica, o que foi provado com a circunavegação (volta em uma viagem marítima ao redor da Terra como um todo). E ainda, afirmaram que houve outros navegantes na história que retornaram ao seu local de origem. Este argumento também foi apresentado como uma história que os mais antigos enunciaram:

> **Professor 7:** "*Pensando nisso, nas grandes navegações, o mundo não acaba ali numa figura plana né, ele não tem um limite, ele continua... esse camarada não voltou para contar pra gente se acaba ali ou não.* Além disso, *a gente tem noções das circunavegações de que a Terra é redonda, quer dizer fizeram uma volta completa, e voltaram pra contar a história pra gente, de que não tinha fim*".
>
> **Professor 4:** "... mas *meu pai conta que um grande navegador na época dele, que se chama Fernão de Magalhães, infelizmente ele não voltou, mas ele encontrou no caminho dele várias terras novas... no entanto, alguns tripulantes que foram junto com ele voltaram e contaram essa história.* Então ele conseguiu, *ele foi adiante, não caiu no final da Terra, então significa realmente que ele conseguiu dar a volta e retornou*".

Este grupo também apresentou um novo argumento para justificar que a Terra é esférica, usando a ideia de <u>atração gravitacional</u> como causa da forma esférica a atração, em que a atração simétrica dos graves origina a formação dos demais astros, também esféricos:

> **Professor 7:** "*Também a gente pode contra argumentar no sentido da existência de uma força, chamada força da gravidade, e que ela promove uma interação entre os corpos, e convergem tudo para o mesmo ponto, no centro. E dessa maneira foram formados os planetas e outros astros, tendo uma forma arredondada. É isso que a gente pode concluir a princípio... Como vocês poderiam explicar a Terra plana dessa maneira? E essa força existe, é o que nos mantém em pé... ela parece ser invisível pra gente, mas eu pensei que ela existe, de alguma maneira né. Por que que as coisas caem?*".

O grupo que defendia a noção de Terra esférica, por sua vez, apresentou o argumento de que já eram notadas pelos navegantes que as estrelas e <u>constelações observadas em uma região da Terra não eram as mesmas</u> observadas em outra localização, considerando a observação em um mesmo mês:

> **Professor 4:** "*Porque segundo o meu pai, esses navegadores quando eles foram viajar, eles navegando no mar eles perceberam que olhando para o céu, o nosso grande guia, algumas estrelas simplesmente desapareceram e surgiram outras novas. Então se realmente a Terra é plana é impossível então você não ter essa visão geral de todas as estrelas. Deve existir realmente alguma mudança no céu ou no formato da Terra* para que realmente essas estrelas realmente desapareçam e outras apareçam".

O grupo da Terra plana contra argumentou a ideia de gravidade apresentando a explicação de Aristóteles para a queda dos corpos, devido a sua tendência em ocupar o seu lugar natural no Universo:

> **Professor 18:** "... Voltando na história, *segundo Aristóteles (eu acho que até a época de Galileu)... também não existe gravidade... o lugar próprio dos corpos é no chão... você não vai querer contradizer a teoria de Aristóteles, só porque seu avô contou para você...*".

Ainda, o mesmo grupo contra argumentou o porquê observamos distintas estrelas e constelações em diferentes lugares da Terra, explicando essa observação com o referencial na Terra e considerando uma possível variação do ângulo de visão do observador, de acordo com o local em que está sendo observado:

> **Professor 18:** "E as estrelas elas estão ai por quê? Deus fez né, então elas estão lá, bonitas né, estrelas fixas por sinal. *E conforme a gente vai andando a gente vai observando outras, porque o nosso ângulo de visão acompanha o que a gente consegue enxergar, o que está muito longe a gente não consegue ver, por mais que estamos vendo outras coisas, elas estão paradas, por isso são fixas...*".

O argumento da observação de um navio horizonte do mar também foi apresentado pelo grupo da Terra esférica, que explicou corretamente a observação de partes do navio na medida em que ele se aproxima do observador, o que se deve ao formato da Terra:

> **Professor 3:** "... E outra coisa também*: por que quando eu estou lá na praia eu observo as caravelas indo, e eu vejo primeiro o mastro e aos poucos eu consigo ver vindo, e formando a figura da embarcação, coisa que se fosse algo plano deveria ver ele de uma vez né... ".*

O grupo da Terra plana contra argumentou este último afirmando ser uma limitação de nossa visão, que promove a variação da observação de parte do objeto, em razão de estar muito distante, se tratando de uma questão de nitidez da imagem:

> **Professor 15:** "... E complementando o que a colega disse, *quando a gente vê uma pessoa lá longe, caminhando em nossa direção, nós a vemos muito pequena e estando numa trajetória reta mesmo, uma evidencia de que nós estamos no plano e não numa esfera, numa forma redonda... pode ser notar que quando os barcos vem eles estão muito pequenos lá longe e depois vão se aproximando e a gente tem uma visão mais nítida né, de sua posição...*".

Complementando o argumento acima, o grupo da Terra plana esclareceu que embora a Terra pudesse ser redonda, isso não significa que ela é esférica, explicitando que ela poderia ser plana e circular, como um grande disco:

> **Professor 14:** *"A primeira questão lá que foi colocada é que vocês sempre estão falando do redondo, e que o redondo é diferente de esférico né, redondo pode ser plano, então a gente tem que tomar cuidado ai com essa colocação... é vocês estão falando redondo o tempo todo, mas tem redondo que é plano e o esférico que é o 3D... Mas eu volto a falar, quando a gente tiver uma figura oval, redonda, isso não quer dizer que você vê uma esfera, ela pode ser circular e plana*".

Por fim, o grupo defensor da ideia de uma Terra esférica solicitou maiores explicações para o argumento da observação de diferentes sombras de um mesmo objeto visualizado em distintos lugares da Terra, o que confirmaria o formato esférico de nosso planeta:

> **Professor 7:** "... Mas vocês também não construíram um argumento sólido que explicasse a argumentação do colega aqui, *em relação à sombra da Terra em diferentes pontos do planeta...*".

O grupo da Terra plana, por sua vez, contestou-os dizendo não ser um argumento plausível, pois deveriam ser medidas duas sombras em localizações distintas da Terra no mesmo horário, o que era impossível de se determinar simultaneamente. Ele argumenta que não havia alguma maneira de provar que se tratava do mesmo horário de medição em função do horário ser medido com o Sol, o que impossibilitaria a medida de sombras distintas:

> **Professor 18:** "Bom, em relação à sombra, nosso amigo ai falou que alguém saiu de um lugar, marcou a sombra de uma estaca, deixou a estaca, andou 500 kilômetros, chegou no outro lugar, no mesmo horário e mediu a outra sei sombra, sei lá, no mesmo horário de outro tempo. *A questão é a seguinte: como é que eles sabem que era o mesmo horário? Tinha relógio digital? Ah, ele usou o Sol? Como é que ele pode medir a hora do Sol para medir a sombra que o Sol projeta? Não dá... então este negócio está muito mal contado...*".

6.5.2. Debatendo se a Terra se move ao redor do Sol ou ao revés?

O debate se a Terra se move ao redor do Sol ou o Sol ao redor da Terra foi proposto seguindo a estratégia do *Júri Simulado*, como descrevemos na atividade 12 da seção 5.1.3. Este debate ocorreu de maneira bastante semelhante ao debate do formato da Terra, com dois grandes grupos (agora com 8 professores em cada) e o júri composto por 4 professores que voluntariamente se agregaram neste grupo.

O primeiro a iniciar a argumentação foi o grupo que defendia a Terra estática e o Sol se movendo a seu redor. O argumento inicialmente exposto, ainda que de maneira muito confusa, envolveu a visão de simplicidade do modelo ao considerar a Terra sem movimentos, de acordo com nossa percepção cotidiana:

> **Professor 9:** *"Não admitem observar o que nos cerca, do nosso ponto de vista, nos levam a complicar o nosso raciocínio levando a uma visão de outra posição... Imaginem um guerreiro em cima de seu cavalo tentando atingir um outro alvo não com a sua visão, mas com a do inimigo, ele conseguiria atingir este alvo? Seria possível simplificar a vida de seus guerreiros se eles se colocassem na posição externa a dele?... Não há necessidade de ficar mudando, criando complicações, não há sentido nisso. Realmente os gregos antigos escreveram muitas coisas que nós aproveitamos, a humanidade chegou a avanços que chegou até o momento, não tem ideia complicada, não práticas, que foram sendo eliminadas. Toda essa argumentação que os objetos mais pesados têm influências sobre os mais leves...*".

Já o grupo que defendeu os movimentos da Terra apresentou como primeiro argumento a ideia relacionada à atração gravitacional de que corpos menos massivos giram ao redor dos corpos com mais massa. Este grupo associou este argumento com as ideias de Aristarco, que já teria enunciado que a Terra era menor que o Sol:

> **Professor 17:** "*Gente, quantas vezes o Sol é maior do que a Terra? 100 vezes. Certo? Então, em torno disso, uma massa maior atrai e vai dominar o resto. Certo, é fato. Então por isso o nosso centro, o maior centro, seria o Sol que é 100 vezes maior do que a Terra*".
>
> **Professor 23:** *"Porque Aristarco de Samos já calculou a partir de eclipses lunares que a Terra é aproximadamente 20 vezes maior... Como ele já vê igual à Lua girando ao redor da Terra, nós pensaremos isso, que ela é menor do que a Terra, então corpos menores tem a tendência de girar em torno de corpos maiores, desde a Grécia antiga esse Aristarco estava lá*".

Este grupo também apresentou a ideia de relatividade dos movimentos, argumentando que o movimento do Sol poderia se tratar de uma ilusão de ótica e não seu movimento real:

> **Professor 10:** "... E como vocês observam esse sol gigante que a gente tem, e o próprio ser humano colocar ele em qualquer lugar *não é o fato de repente a gente passar pelo Sol e ver andando, significa que quem andou foi o Sol, pode ser uma simples ilusão de ótica...*".

Este grupo apresentou o argumento, que encontramos também na história da ciência a favor do heliocentrismo, da percepção das fases em Vênus e da existência de corpos celestes se movimentando em torno de outros planetas, como as luas de Júpiter:

> **Professor 10:** "*... é só a gente olhar para o próprio Vênus, que também têm fases iguais à nossa lua, ou seja, se tudo girasse em torno da Terra seria diferente...*".

Após estes diversos argumentos a favor dos movimentos da Terra, o grupo defensor da Terra estática esclareceu sua tese central, que se trata da defesa da observação e de nossos sentidos, que percebem os movimentos do Sol e dos astros ao redor da Terra:

> **Professor 7:** *"O principal argumento que a gente defende é aquilo que a gente consegue observar daqui da Terra e a gente observa os movimentos dos astros, a gente vê andando de um lado para o outro e, além disso, como você próprio citou Deus, ele fixou a Terra, ele criou a Terra desse jeito né, o que a gente consegue observar é isso... o movimento dos astros..."*.

Este grupo ainda contra atacou o argumento do tamanho do Sol afirmando não ser possível pela observação afirmar que o Sol é maior do que a Terra. Para eles, a observação nos evidencia o contrário, um Sol muito menor do que o nosso planeta:

> **Professor 16:** "E tem uma outra coisa que eu queria questionar meu caro colega, *que ela diz que o Sol é não sei quantas vezes maior do que o planeta Terra... mas eu não consigo ver isso, eu olho lá pra cima e ele está sempre do mesmo tamanho e pequenininho...*".
>
> **Professor 10:** "*Se algo está muito longe de mim, eu realmente vou enxergar isso muito pequeno, pode ser até uma pessoa a 50 metros de distância eu vou enxergar muito pequeno... então a questão do tamanho também tem a ver com distância e isso em qualquer época qualquer um iria saber disso... Segundo, de fato você falou assim que não vê nada caindo, tudo cai, qualquer coisa cai é só você soltar*".

Ainda, o mesmo grupo contra argumenta dizendo que só seria possível provar que o Sol é maior do que a Terra com um observador localizado em outro referencial, fora da Terra:

> **Professor 7:** *"... ninguém esteve num outro plano para observar se a Terra é maior ou menor ou calcular isso... então a gente contesta esse argumento de você, ele é refutável... ninguém esteve em outra dimensão para poder fazer essa observação do modelo heliocêntrico".*

Já o grupo que defendeu a mobilidade da Terra contestou as observações dizendo que embora não sintamos a Terra girar, argumentou que isso se dá em função de estarmos nos movimentando junto a ela, em um movimento relativo:

> **Professor 10:** "*... e não é porque eu estou girando junto com a Terra, e não sozinha, que eu não estou girando... um exemplo, quando você anda a cavalo, você fica com seu cavalo, você exatamente a sua pessoa pode estar parada (cavalo é muito ruim), mas enfim, o seu movimento é fixo em cima daquilo que anda então dependendo da sua sensação se for muito devagar você não sente tanto isso, nem por isso que não está andando, porque você está indo junto...*".
>
> **Professor 13:** *"Tomando a frase da colega aqui a realidade, se você está num automóvel você está parado, mas está indo junto...*".

Novamente a ideia da relatividade do movimento foi esclarecida a favor da Terra estática, agora mencionando o exemplo da percepção do movimento de queda livre de uma pedra do alto de uma torre:

> **Professor 7:** *"... Só contra argumentando a ideia da colega, se você soltar uma pedra do alto de uma torre ela vai cair longe né (aponta para baixo), e se a Terra se movesse ela cairia em outro lugar*".

Outro argumento apresentado pelo grupo defensor da Terra imóvel que, de certa maneira, se relaciona com o argumento do experimento da queda livre de um objeto de uma torre, envolve a ideia de que corpos mais massivos caem com maior aceleração do que corpos menos massivos:

> **Professor 9:** "... Esses revolucionários ai, amigos do Galileu, que tentaram nos *provar o que é mais pesado, ao mesmo tempo o que é mais leve, nos fez perder tempo olhando aquela torre de Pisa, e todos visualizaram que o mais pesado chega mais rápido na superfície da Terra*".

O grupo que defendeu os movimentos da Terra, por sua vez, apresentou um argumento de desconstrução da ideia geocêntrica de que todos os corpos celestes deveriam girar em torno da Terra, o que seria evidenciado com a observação de luas em Júpiter feitas após o uso dos telescópios de Galileu:

> **Professor 23:** "... e outra coisa. O modelo, o geocentrismo, fala que tudo gira ao redor da Terra. Certo? Não, errado porque *a partir dos telescópios de Galileu nós podemos observar que tem luas em Júpiter, que giram ao redor de Júpiter,* e *isso já furou o geocentrismo, porque furou, porque já tem coisa girando ao redor de Júpiter e segundo o geocentrismo tudo gira ao redor da Terra.* Deu pra observar isso a partir do telescópio, se você quiser ver isso é só pegar o telescópio e observar, porque antes de questionar o telescópio, nos já sabemos o quanto o telescópio era utilizado na navegação. Quem nunca ouviu a expressão "Terra vista", por quê? Nós vemos com o telescópio, com essa mesma luneta de Galileu".

Para contra argumentar essa ideia, o grupo que defendia a Terra imóvel questionou o que se trata o instrumento "telescópio", levando em conta que, na época do debate, este instrumento era de pouco conhecimento da população em geral. Eles também questionaram o fato daquilo que foi observado no telescópio poder ser luas, questionando a imagem observada:

> **Professor 7:** "*E o que é um telescópio?* Pelo amor de deus... *Isso eu nem conheço... pode ser uma ilusão, uma aberração a imagem...* Ninguém comprova...".
>
> **Professor 3:** "*Mas como se sabe que é um corpo celeste? E se estivesse sujo?* Ele olhou cada dia e ficou levando o telescópio para lá e para cá...".

> **Professor 9:** "Em curtas distâncias já comprovamos que ele deforma toda a imagem... E vocês citaram inúmeras vezes esse tal de Galileu...".

Ao final do debate, o grupo defensor dos movimentos da Terra apresentou novamente a ideia da relatividade do movimento, agora ressaltando que a observação do movimento de um corpo só pode ser percebida em um referencial externo ao mesmo, pois este não estaria se locomovendo junto ao corpo:

> **Professor 17:** "Gente olha, em movimento tudo depende do que, do ponto do observador, um ponto de referência. *Aqui estamos parados porque na Terra estamos parados... quem estiver dentro de uma carruagem ta todo mundo parado com certeza, mas uma pessoa que está de fora vai ver todo mundo que está dentro da carruagem vai ver ela também andando, então depende muito do que, do observador que está olhando*".

6.5.3. Analisando os argumentos apresentados nos debates

Nas atividades do *júri simulado* em que os professores teriam que defender se tanto a forma da Terra quanto sobre o movimento da mesma ou do Sol percebemos que ambos os grupos argumentaram muito bem a sua postura, evidenciando diversos argumentos encontrados ao longo da história da ciência e desenvolvidos durante o curso.

No debate sobre a forma da Terra, o grupo que defendeu uma Terra plana argumentou sua tese central com base na observação primeira e cotidiana, defendendo que o formato observado é um plano. Para contra argumentar a visão de que a Terra seria redonda, este grupo também apresentou a noção de que poderia ser plana e redonda, como um disco. Por fim, para rebater o argumento da observação de um navio desparecendo, tal grupo atribuiu a não confiabilidade deste argumento com uma possível limitação do nosso campo de visão e de alcance.

Embora não tenha sido discutido durante o curso, este mesmo grupo apresentou a história amplamente difundida após as grandes navegações de que os navegantes acreditavam que no final da Terra iriam chegar a um grande abismo. Com o aparecimento deste argumento esclarecemos ao final do debate que esta história é conhecida como "o mito da Terra plana" e que provavelmente os navegantes já sabiam que a Terra era esférica na época das grandes navegações e não acreditavam nisso (como apresentamos na seção 3.2.1).

O grupo que defendeu a Terra ser esférica se apoiou principalmente em argumentos observacionais trabalhados durante o curso, como a percepção de distintas constelações em

distintas regiões da Terra, a observação de um navio desaparecendo no horizonte e a observação de diferentes sombras de objetos localizados em regiões distintas do planeta. O conceito de gravidade também foi usado pelo grupo da Terra esférica para justificar porque a Terra seria esférica de acordo com Aristóteles, de queda dos graves para seu lugar natural.

Tais argumentos evidenciaram uma tentativa dos professores em usar os argumentos discutidos durante o curso. Os argumentos da observação do navio e da observação das distintas constelações em diferentes regiões foram explicitados na discussão da atividade 1. O conceito de gravidade, discutido na atividade 3, foi também usado para justificar porque a Terra e os demais planetas são esféricos. A ideia de observar as sombras de objetos iguais em distintas regiões da Terra foi discutida nas atividades 4 e 5 e foram usadas aqui.

Já no debate do júri simulado em que se discutiu se a Terra se movimenta ou não, percebemos que os professores inicialmente argumentaram suas posturas com base em noções que vão além da percepção cotidiana, como a simplicidade do modelo de Terra estática, a ideia já sabida de que a Terra é menor do que o Sol e a noção de atração gravitacional dos planetas ao Sol.

Enquanto o grupo que defendia a Terra estática defendeu sua postura central com base em nossos sentidos primeiros, o grupo que atribuiu movimentos a Terra apresentou argumentos envolvendo a observação de outros astros, como fases de Vênus e luas de Júpiter.

Grande parte dos contra argumentos apresentados pelo grupo que defendeu a Terra estática foi muito bem apresentado e de maneira semelhante aqueles que encontramos na história da ciência, como a ideia de que não se sabia nesta época o que era a gravidade, que não havia uma confiabilidade na imagem observada no telescópio ou que os sentidos não evidenciam que o Sol é menor do que a Terra.

Acreditamos também que estes debates do tipo Júri Simulado, ainda que tenham um vencedor ao longo da história (o que seria a teoria que se tornou dominante após o debate), pode estimular uma maior compreensão do processo de construção da ciência, podendo evidenciar também que a aceitação de uma teoria científica não se dá de maneira linear, em que os dados das observações e experimentações culminam na comprovação de uma teoria.

CAPÍTULO 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

"Quando eu me encontrava preso

Na cela de uma cadeia

Foi que vi pela primeira vez

As tais fotografias

Em que apareces inteira

Porém lá não estavas nua

E sim coberta de nuvens...

Terra! Terra!

Por mais distante

O errante navegante

Quem jamais te esqueceria?...

Eu estou apaixonado

Por uma menina Terra

Signo de elemento terra

Do mar se diz Terra à vista

Terra para o pé firmeza

Terra para a mão carícia

Outros astros lhe são guia...".

Terra – Caetano Veloso

Acreditamos que um aspecto inerente ao conhecimento astronômico seja a possibilidade de observar e vivenciar os fenômenos e eventos que esta área se debruça em estudar. Sendo assim, um conhecimento que associe estas observações aos modelos parece ser imprescindível no ensino do conhecimento astronômico.

Os conceitos de forma e movimentos dos planetas apresentam íntima relação com nossas vivencias no cotidiano, principalmente quando refletimos sobre o planeta em que vivemos. Ocultar as contradições aparentes e simplesmente transmitir o conceito de que os planetas são esféricos ou possuem movimentos em torno do Sol é como se desde sempre os planetas fossem considerados como corpos esféricos e com movimentos em torno do Sol, além de negligenciar a beleza desta discussão.

Nas propostas analisadas das teses e dissertações selecionadas e dos cadernos de ciências do Currículo do Estado de São Paulo, foi possível perceber distintas estratégias didáticas encontradas nestes materiais, como a representação da Terra e dos demais planetas em desenho e modelos tridimensionais, o uso de debates, o uso de simulações e softwares. Esta análise nos forneceu um contexto para esta pesquisa frente àquelas que trataram do conhecimento astronômico na formação de professores. Além disso, estratégias serviram-nos de base para construir nossa proposta didática.

Nas propostas de ensino estudadas nesta pesquisa (os cadernos de ciências da PCESP e a proposta de ensino-aprendizagem construída), percebemos um diferencial em abordar os aspectos da espacialidade, como o papel do referencial e as escalas de observação. No entanto, ainda que tais propostas relacionem estes aspectos, percebemos uma dificuldade destas em propor estratégias de ensino que utilizem observações do céu, principalmente dos demais planetas (além da Terra) e que ocorra de maneira sistemática ao longo de um determinado período. Isso pode se dar em função deste tipo de estratégia prescindir um tempo maior de dedicação dos professores, e um planejamento para a observação.

Tais propostas dão grande ênfase em atividades que tratam da forma do planeta Terra, e há pouca presença de atividades com o enfoque na discussão do formato dos demais planetas. Há com isso limites destas propostas em apresentar discussões sobre a forma dos demais planetas do Sistema Solar. No entanto, tais limites podem também se dar por conta das atividades que envolvem observação sistemática dos planetas, percebendo seus movimentos e posição no céu, o que requer um longo período de observação.

Acreditamos que nossa proposta se diferencia das propostas das teses e dissertações e do estado de São Paulo por apresentar alguns aspectos específicos, como:

- problematiza em todas as atividades os conceitos científicos aprofundados a partir do observável no cotidiano e daquilo que os sujeitos possam vivenciar;

- dialoga em todas as atividades os aspectos observáveis com os modelos científicos atualmente aceitos e ensinados nas escolas;

- explora debates que resgatam o valor da construção daquele conhecimento, buscando reviver os conceitos como se os mesmos não fossem óbvios;

- busca incorporar o conhecimento observável dos sujeitos nas discussões acerca do conhecimento a ser aprendido nas escolas, na tentativa de romper com a atividade de extensão nos cursos de formação de professores oferecidos por universidades;

A complexidade da construção do conhecimento articulado entre a observação e os modelos foi evidenciada durante todo o curso. Nos momentos iniciais, notamos que muitos professores não percebiam as contradições entre o formato aparente da Terra e o modelo científico de Terra esférica, ou não refletiram sobre a observação do formato da Terra em seu cotidiano, parecendo acreditar que podemos "observar uma Terra esférica" desde o referencial terrestre.

Nesta pesquisa percebeu-se em diversos momentos as dificuldades dos professores em compreender estes conceitos numa perspectiva que vai além de descrever o modelo cientifico aprendido nas escolas ou na mídia. Poucos professores apresentaram, antes do curso, um conhecimento mais amplo, que contemple reflexões sobre as observações do céu na busca de justificar as ideias dos modelos aceitos atualmente. Grande parte associou percepções do horizonte terrestre ou fez o uso de comparações ingênuas como os raios do Sol e os formatos da Terra e da Lua observados como um disco.

Embora a contradição entre os movimentos aparente do Sol e os movimentos da Terra fosse mais facilmente percebida pelos professores cursistas, eles tiveram bastante dificuldades em apresentar os argumentos necessários a explicação destas distintas percepções. Isso pode ser porque os argumentos envolviam observação de outros astros ao longo de um período mais longo, por volta de um ano, não podendo ser constatado estes aspectos em uma observação pontual.

Durante o curso, notamos esta dificuldade principalmente nas atividades do *Júri Simulado* em que os professores utilizaram os argumentos que justificam uma postura ou outra da questão debatida fazendo pouco uso de percepções da observação. Em geral, apresentavam os argumentos encontrados na história da astronomia de maneira autoritária ou como uma questão de opinião, não percebendo que estes argumentos foram obtidos através das observações do homem dos fenômenos, que é um processo importante da construção do conhecimento científico.

Ao final das atividades, percebemos que os professores sentiram dificuldades em analisar se com a observação cotidiana era possível concluir que a Terra era esférica ou que a Terra possui movimentos em torno do Sol. Diversos argumentos para explicar o papel da observação cotidiana na percepção do modelo pareceram envolver uma autoridade científica, ao associar que somente com experimentos, recursos tecnológicos ou uso de telescópios e sondas seria possível chegar à ideia do modelo científico.

Muitos professores argumentaram que acreditam que a Terra seja esférica ou que ela se mova ao redor do Sol somente a partir das constatações de experimentos ou provas científicas. Isso pode evidenciar as limitações de nossa proposta por não permitir desmistificar a autoridade da ciência ou compreender de maneira clara os argumentos observacionais que foram trabalhados no curso.

Nos debates do tipo "júri simulado" percebemos que os professores conseguiram usar alguns dos argumentos trabalhados em atividades do curso. Embora não possamos perceber como cada professor argumentou individualmente nesta atividade, pois acreditamos que ao ouvir o grupo como um todo, os argumentos apresentados evidenciaram que eles possam ter ganhado um novo olhar, mais complexo e menos ingênuo para o tema.

Essa estratégia didática em razão de ter sido sugerida no contexto da antiguidade, ou seja, evitando lançar mão do uso de tecnologias e recursos modernos, se mostrou com bastante potencial para romper com os argumentos dos recursos tecnológicos e da autoridade da ciência que os professores usaram para dizer por que a Terra é esférica ou se move.

Nesta pesquisa, acreditamos ter fornecido um bom diagnóstico de como os professores relacionam a observação com os modelos e a partir das categorias mais gerais podemos refletir sobre os níveis de compreensão do problema proposto e, com as subcategorias,

distinguir a natureza do argumento que o professor apresentou, de acordo com conceitos científicos ou não.

No entanto, nossos objetivos maiores de investigação foram além de avaliar os limites e potencialidades de uma proposta de ensino, mas sim evidenciar alguns parâmetros que possam auxiliar na elaboração de outros cursos para a formação de professores que pretendem trabalhar os conceitos de astronomia através de uma abordagem que relacione os fenômenos e eventos percebidos na observação com os modelos científicos atualmente aceitos. Desta maneira, após a experiência e análise do curso podemos dizer que há alguns elementos importantes que deveriam ser mais desenvolvidos em cursos para professores, entre eles:

- abordar os aspectos da observação cotidiana, primeira e ingênua e que promova a vivência dessas percepções por meio da observação da Terra e os fenômenos que nela ocorre;

- abordar as observações dos demais astros no céu em diferentes momentos durante um grande período de tempo em que possa ser possível vivenciar as mudanças do céu ao longo do ano, verificando as posições e os movimentos dos planetas e das constelações visíveis;

- promover debates entre visões contraditórias, mesmo que não cheguem a uma resposta conclusiva, mas que possibilite que os professores vivenciem a complexidade da construção do conhecimento científico;

- dialogar constantemente entre o conhecimento observacional e o conhecimento do modelo na perspectiva de analisar e transitar entre essas ideias.

Embora não tenhamos pretendido nesta pesquisa investigar a percepção dos professores acerca da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, o que daria outra pesquisa acreditamos que durante o curso foi possível criar um ambiente em que os professores perceberam de maneira gradativa, ao longo das atividades, os momentos iniciais como problematizações do cotidiano. Posteriormente, os professores passaram a se dar conta dos momentos em que ocorria o aprofundamento do conhecimento científico, com a construção dos modelos representativos (em desenho e em isopor) e discussão sobre os modelos teóricos aprendidos.

No entanto, sentimos que houve bastante dificuldade dos professores em perceber os momentos de síntese das atividades. Isso pode ter ocorrido devido a durante muitos períodos

do curso os próprios professores terem sido convidados a realizar uma síntese das atividades, ressaltando suas percepções das discussões ocorridas, não ficando claro que aquele era o momento final. No entanto, esta percepção também pode ter ocorrido devido a nossa dificuldade em conduzir a síntese das atividades, em que percebemos ser bastante difícil realizar um fechamento destas atividades.

Percebemos que durante o curso conseguimos estabelecer uma relação de igualdade entre nossos papeis durante o curso, em que todos foram tratados como professores, e que estavam aprendendo um com o outro. Desta maneira, apresentamos também tentativas de expressar nossa ideologia frente aos cursos de professores ministrados com o caráter de extensão universitária, buscando estabelecer uma relação de igualdade entre professor e aluno, e conhecimento vivenciável e o modelo científico.

Com nossas percepções do processo de ensino-aprendizagem em astronomia obtidas nesta pesquisa, notamos que os professores que se prenderam apenas aos recursos tecnológicos e aos argumentos científicos não perceberam os aspectos cotidianos e observacionais. Infelizmente tais professores talvez tenham perdido a oportunidade de contemplar belos aspectos da observação para a compreensão do mundo que o cerca.

Acreditamos que esta pesquisa pode contribuir para a formação de sujeitos críticos, na medida em que entendemos que, para isso, um primeiro passo seria promover uma compreensão mais complexa do mundo em que vivemos (e menos ingênua), que articule e analise criticamente o conhecimento observável e o modelo científico, sabendo fazer escolhas e relacionar conscientemente as percepções sensoriais ao conhecimento aprendido.

REFERÊNCIAS

AGAN, L; SNEIDER, C. “Learning about the Earth's Shape and Gravity: A guide for teachers and curriculum developers”. *The Astronomy Education Review* (e-journal), v.2, n.2, 29 p. 2004.

ALBUQUERQUE, V. N.; LEITE, C. O caso plutão e a natureza da ciência. In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo. Anais do XIX Simpósio Nacional do Ensino de Física. São Paulo: SBF, 2011.

AVELAR, C. M.; SOARES JUNIOR, J. R.; LANGHI, R.; GEHLEN,S.T. O ensino de astronomia e matemática na EJA por meio da abordagem temática. I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia. Rio de Janeiro, 2011.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Ed. 70, 1995.

BISCH, S. M. *Astronomia no ensino fundamental: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores*. São Paulo, 1998. Tese em Educação. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

BOCZKO, R. *Conceitos de astronomia*. Editora Edgard Blucher Ltda. 1984

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação Qualitativa em Educação*. Uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências Naturais, terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental*. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica, Brasília: MEC/SEMT, 1998.

BRETONES, P. S. *A astronomia na formação continuada de professores e papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu*. 2006. 252 f. Tese (Doutorado em Ensino e História de Ciências da Terra). Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, São Paulo.

BRETONES, P.S.; COMPIANI, M. Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores do Brasil. *Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira*, v.20, n.2, p.61-82, 2001.

BRETONES, P. S.; MEGID NETO, J. An Analysis of Papers on Astronomy Education in Proceedings of IAU Meetings from 1988 to 2006. *Astronomy Education Review*, v. 10, 2011.

_____. Tendências de teses e dissertações sobre educação em Astronomia no Brasil. *Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira*¸ v.24, n.2, p.35-43, 2005.

CAMINO, N. *Génesis y evolución del concepto de gravedad: construcción de una visión de universo*. 2006. 240 f. Tese (Doctorado en Ciencias de la Educación). Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.

CAMINO, N. et al. Observación conjunta del Equinoccio de marzo, Proyecto CTS 4 – Enseñanza de la Astronomía". n° 31 (número especial), *Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência*, 2009.

CASTRO, E.S.B; PAVANI D.B.; ALVES, V.M. A produção em ensino de astronomia nos últimos 15 anos. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória – ES. *Atas do XVIII SNEF*. São Paulo: SBF, 2009.

CASTRO, M. H. G. A Nova Política Educacional do Estado de São Paulo, In: *1ª Jornada da Educação - Tribunal de Contas do Estado de São Paulo*, São Paulo, 2008.

COLOMBO JUNIOR, P. D. *A percepção da gravidade em um espaço fisicamente modificado: uma análise à luz de Gaston Bachelard.* 2010. 169 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituo de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP.

DARROZ, L. M. *Uma proposta para trabalhar conceitos de Astronomia com alunos concluintes do curso de formação de professores da modalidade normal*. 2010. 196 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física). Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre – RS.

DELIZOICOV, D. Ensino de Física e a Concepção Freireana de Educação. *Revista de Ensino de Física*, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.

_____. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.) *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.

DICKS, D.R. *Early Greek Astronomy to Aristotle*. Ithaca: Cornell University Press, 1970.

DREYER, J. L. E. *A history of astronomy from Thales to Kepler*, Dover, 1953.

EVANS, James. The history & practice of ancient astronomy. Oxford University Press. 1998.

FERREIRA, F. P.; LEITE, C. O planeta Terra no ensino de Astronomia: um olhar sobre as atividades dos cadernos de Ciências da Proposta Curricular do Estado de São Paulo. In: *Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VIII ENPEC)*, Campinas – SP, 2011.

FERRIS, T. *O despertar na Via Láctea*. Ed. Campus, Rio de Janeiro, 1990.

FRANCO, C. As ideias dos alunos sobre temas científicos: vale a pena levá-los a sério? *Ciência & Ensino*, v. 4, p.10-17, 1998.

FRANCO, M.L.P.B. *Análise de conteúdo*. Brasília: Liberlivro, 2 ed. 2005.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

_____. *Extensão ou comunicação?* Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1988.

_____. *Pedagogia da esperança: um reencontro com a Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 3 ed. 1993.

_____. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FURTADO, L. de M. V. *O mundo é o lugar: um estudo das representações dos professores sobre os fenômenos astronômicos*. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, USP, São Paulo – SP.

GATTI, S. R. T. *Análise de uma ação didática centrada na utilização da história da ciência: uma contribuição para a formação inicial do docente de Física.* 2005. 329 f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2005.

GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em ciências. *Ciência & Educação*, v. 18, n. 1, 2012.

GONZAGA, E. P. *Análise da evolução das concepções astronômicas apresentadas por professores de algumas escolas estaduais (Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra).* 2009. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2009.

GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M.. Um julgamento no ensino médio: uma estratégia para trabalhar a ciência sob enfoque histórico-filosófico. *Física na Escola*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 8-11, 2002.

HENRIQUE, A. B. *Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia.* 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo. Instituto de Física, São Paulo – SP.

IACHEL, G. *Um estudo exploratório sobre o ensino de Astronomia na formação continuada de professores*. 2009. 229 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.

KUHN, T. *A revolução copernicana*. Lisboa: Edições 70, 1990.

LANGHI, R. *Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores.* 2009. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.

LEITE, C. *Os professores de Ciências e suas formas de pensar a Astronomia*. São Paulo, 2002. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

_____. *Formação do professor de ciências em astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade*. São Paulo, 2006. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

LEITE, C. & HOSOUME, Y. Os professores de Ciências e suas formas de pensar a astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, v. 4, 2007.

_____. Explorando a dimensão espacial na pesquisa em ensino de astronomia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias***,** v. 8, n. 3, 2009.

LIVI, S. H. B. A terra e o homem no universo. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis - SC, v. 7, n. 4, p.7-26, 1990.

LUDKE, M.; ANDRÉ, E.D.A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. EPU. São Paulo, 1986.

MALI, G. B.; HOWE, A. Development of Earth and gravity concepts among Nepali children. *Science Education*, v. 63, n. 5, p. 685-691, 1979.

MARCHI, F.; ALBUQUERQUE, V. N. de; LEITE, C. O caso Plutão: uma análise das potencialidades do uso de textos não didáticos no ensino de astronomia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 11, n. 3, p. 565-581, 2012.

MARRONE JUNIOR, J.; TREVISAN, R. H. Um perfil da pesquisa em ensino de astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis - SC, v. 26, n. 3, p.547-574, 2009.

MARTINS, R. de A. *O universo: teorias sobre sua origem e evolução.* Ed. Moderna, São Paulo, 1994.

MARTINS, R. de A. Galileu e a Rotação da Terra. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis - SC v.11,n.3; p.196-211, dez.1994.

MATIAS, L.; LEITE, C. Astronomia na Proposta Curricular de Ciências do Estado de São Paulo: uma análise da espacialidade. Atas do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. Manaus: SBF, 2011.

MATTHEWS, M. Watching the Earth move. Book Review *Pendulum: Léon Foucault and the Triumph of Science* - Amir D. Aczel. *Nature*, 427, 102, 2004.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais. *Química Nova*, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.

MUENCHEN, C. *A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre praticas docentes na região de Santa Maria/RS*. 2010. Tese (Doutorado Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC – SC.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos: um olhar histórico-epistemológico – Em: *ATAS DO XII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA – XIIEPEF*. Águas de Lindóia, 2010.

NARDI, R.; CARVALHO, A. M. P. Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre espaço, forma e força gravitacional do planeta terra. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 132-144, 1996.

NASCIMENTO, S. S. do. *Um curso de gravitação para professores de primeiro grau*. 1990. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Instituto de Física, USP – SP.

NEUGEBAUER, O. E. *A history of ancient mathematical astronomy*. : Berlin: Springer Verlag, 1975.

NEVES, M. C. D. A Terra e sua Posição no Universo: Formas, Dimensões e Modelos Orbitais - da Antiguidade à Revolução Copernicana. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, S. Paulo, v. 22, n. 4, 557-567, 2000.

NUSSBAUM, J. Children's conceptions of the Earth as a cosmic body: a cross age study. *Science Education*, v. 63, n. 1, p. 83-93, 1979.

NUSSBAUM, J.; NOVAK, J. D. An assessment of children's concepts of the Earth utilizing structured interviews. *Science Education*, v. 60, n. 4, p. 535-550, 1976.

NUSSENZVEIG, M. *Curso de Física Básica – volume 1*. Edgard Blücher, São Paulo, 2008.

PRIBERAM. *Dicionário da língua portuguesa.* Disponível em <www.priberam.pt>. Acesso em 14 de julho de 2011.

ROCHA, R. M. G. A Construção do Conceito de Extensão universitária na América Latina. In: FARIA, Doris Santos de (org). *Construção Conceitual da Extensão na América Latina*. Brasília. Editora UNB. 2001.

SÃO PAULO. *Proposta Curricular do Estado de São Paulo* – Ciências. Secretaria do Estado da Educação. São Paulo, 2008.

SERRANO, R. M. S. M. *Conceitos de extensão universitária: um diálogo com Paulo Freire*. Disponível em < http://www.prac.ufpb.br/copac/extelar/atividades/discussao/artigos/conceitos_de_extensao_universitaria.pdf>. Acesso em 16 de julho de 2011.

SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P. Júri simulado: um uso da história e filosofia da ciência no ensino da óptica. *Física na Escola*, Rio de Janeiro, v. 10, p. 17-20, 2009.

SILVA, A. F. G. da. *A construção do currículo na perspectiva popular crítica: das falas significativas às práticas contextualizadas.* 2004. 405 p. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2004.

TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B.; CANALLE, J. B. G. Assessoria na avaliação do conteúdo de Astronomia dos livros didáticos de Ciências do Primeiro Grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.14, n.1, p.7-16, 1997.

UFRJ. *"O que é extensão: conceito".* PIBEX – Programa Institucional de Bolsas de Extensão. 2011 Disponível em www.pr5.ufrj.br/index.php/o-que-e-extensao/conceito.html.

VOSNIADOU, S.; BREWER, W. F. Mental models of the Earth: a study of conceptual change in childhood, *Cognitive Psychology*, v.24, 1992.

ZANETIC, J. FEP 156 - Gravitação/Notas de aula para 2007. São Paulo: IFUSP, 2007.

ANEXOS

ANEXO A – Imagens utilizadas na atividade 1

Figura 7 – Imagem da Terra

Figura 8 - Terra vista de um observador na Lua

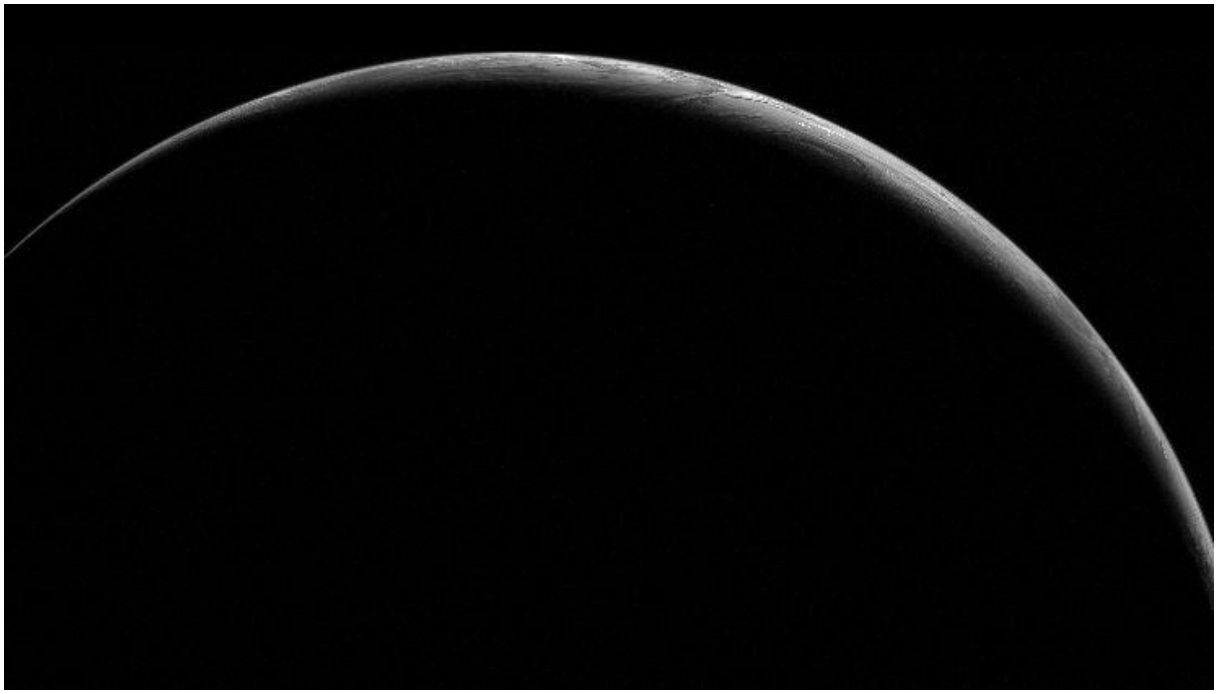

Figura 9 - Imagem da Terra em fases

Figura 10 - Foto da Terra desde um avião

Figura 11 - Foto da Terra e da Lua vista do espaço

Figura 12 - Marte vista da Terra

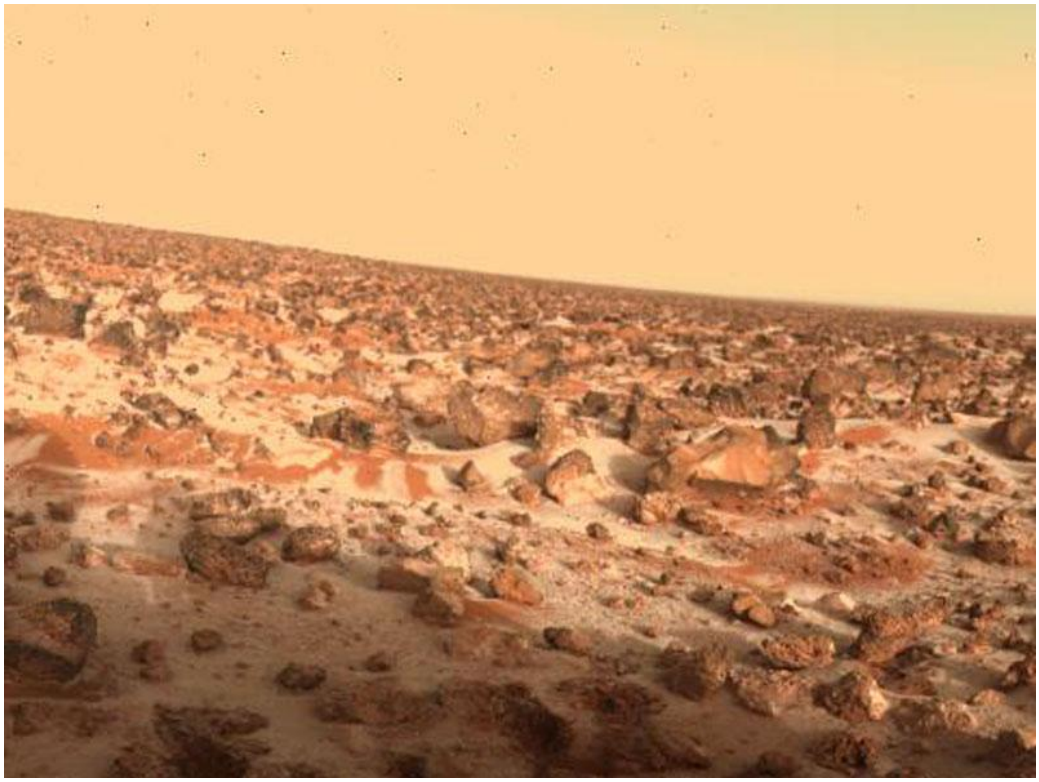

Figura 13 - Superfície de Marte fotografada pela sonda Viking

Figura 14 - Superfície da Terra à esquerda e de Marte à direita

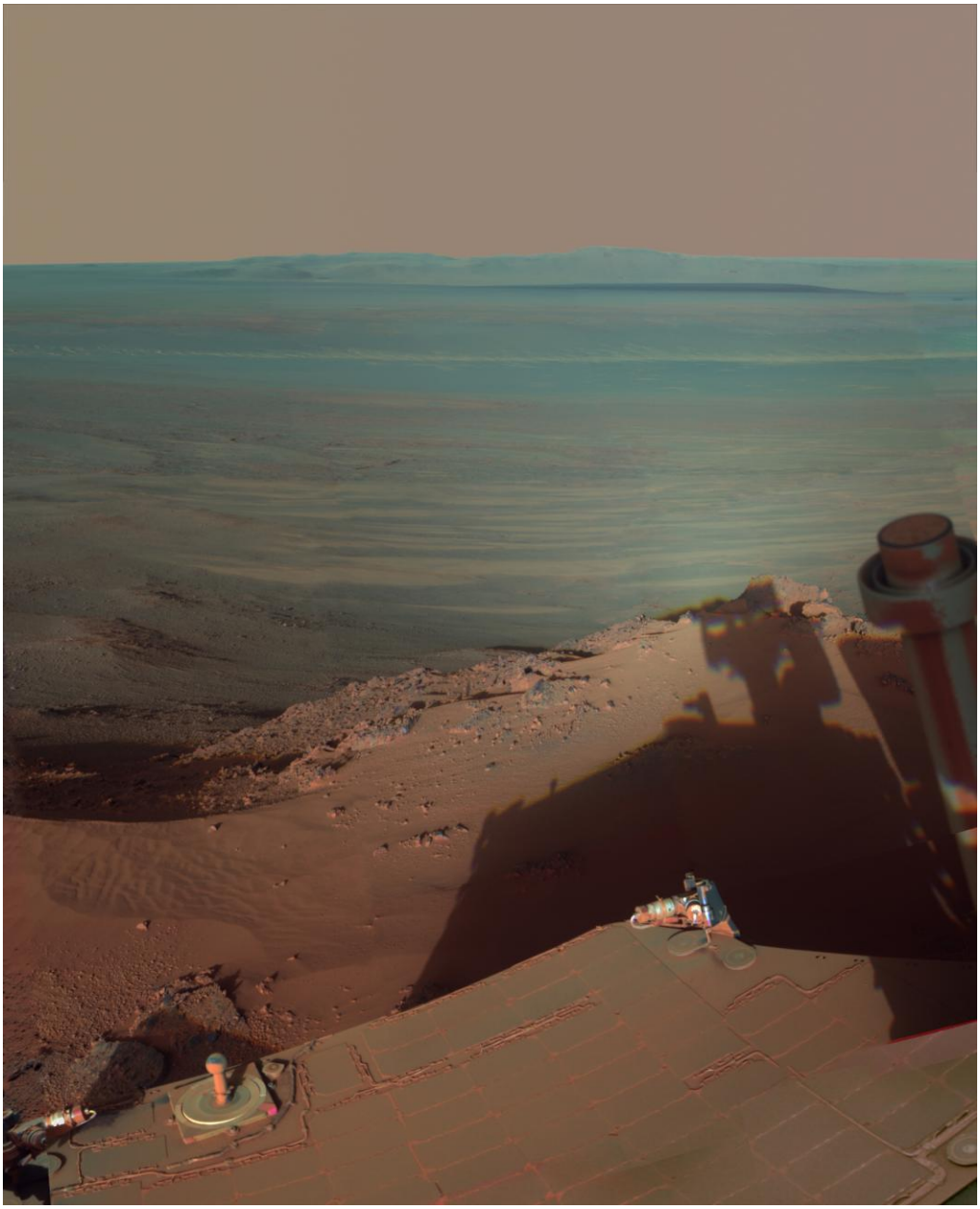

Figura 15 - Superfície de Marte fotografada pela sonda Opportunity

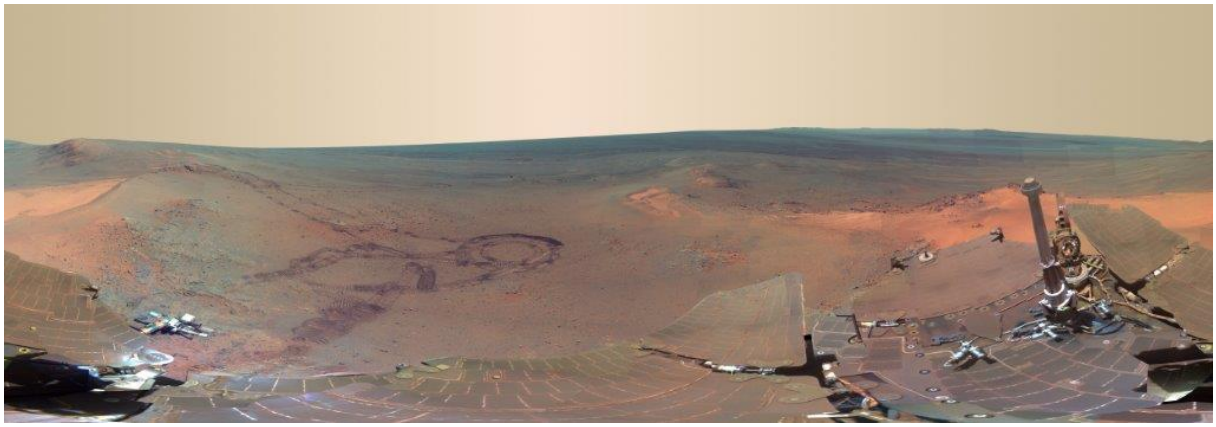

Figura 16 - Fotografia panorâmica de Marte

Figura 17 - Pôr do Sol em Marte

ANEXO B – Imagem utilizada na atividade 3

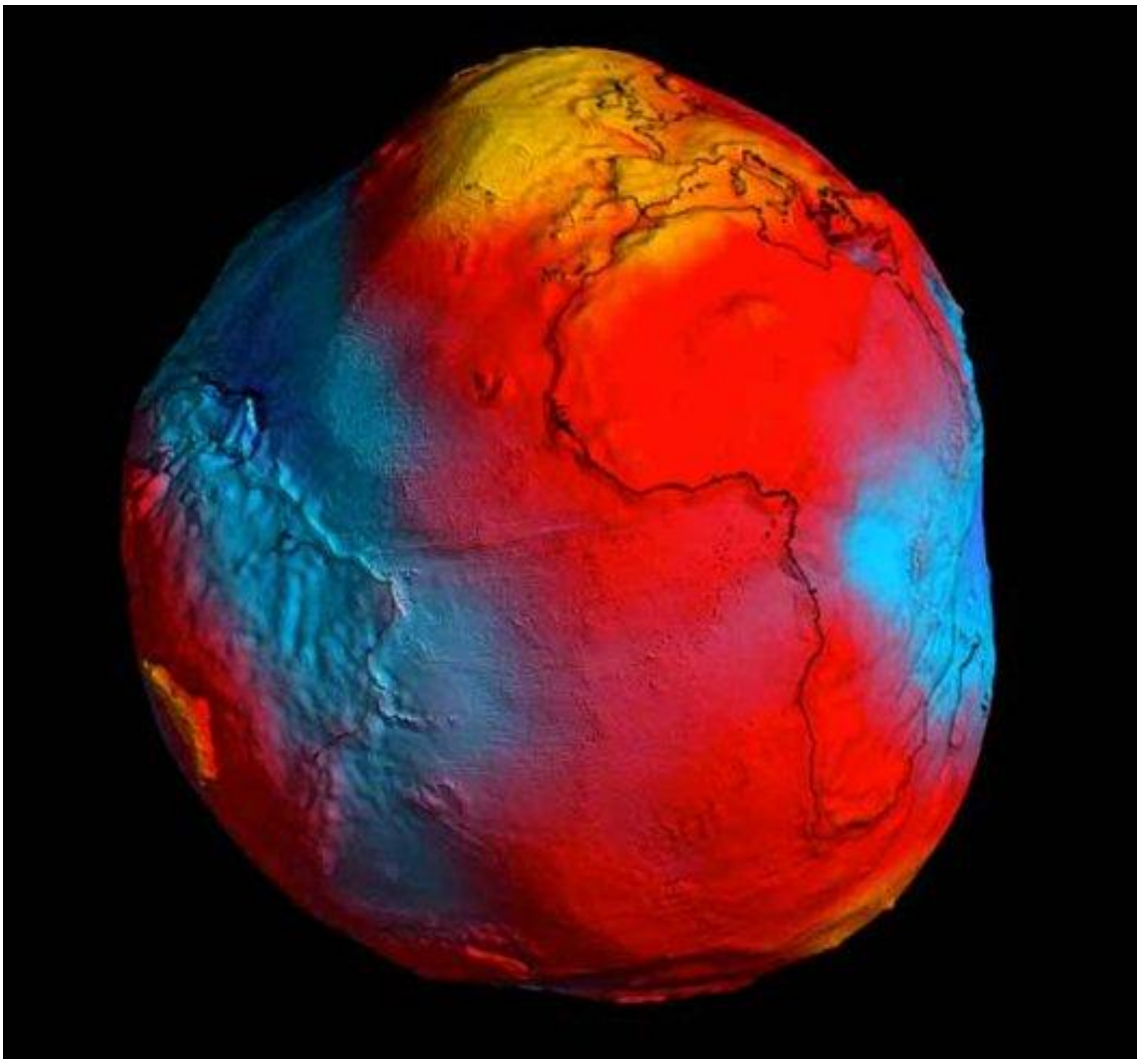

Figura 18 - Fotografia da Terra sem os oceanos, com escala de relevo exagerada.

ANEXO C – Texto utilizado na atividade 11: Influência do contexto social e cultural nas primeiras observações do céu

A relação do homem com a natureza ocorreu por vários motivos. Kneller (1980) e Zanetic (1995) conjecturam alguns deles. Acreditam que de um lado estariam os mistérios e a paixão que envolveu as descobertas de um mundo novo, de outro, a necessidade de se conhecer a natureza por uma questão de sobrevivência. Acredita-se que as observações do céu foram instigadas por estas mesmas motivações. (FARES et al, 2004).

Diferentes civilizações, cada uma a sua maneira, teriam observado o céu para localização (FARES et al, 2004), controle da passagem do tempo ou das condições climáticas (ZANETIC, 1995; WEINTRAUB, 2007; PAIXÃO, 2008), conhecimento importante para o desenvolvimento da agricultura ou retorno à casa após a caça, exemplos de atividades realizadas para a própria sobrevivência.

Conforme Martins (1990) e Weintraub (2007), ao observarem o céu, o homem, desde a Antiguidade, já havia percebido algumas regularidades: o nascer e o por do Sol, as diferentes fases da Lua, o aparecimento das constelações. As constelações foram mapeadas de maneiras distintas pelas diferentes culturas:

Em lados opostos do mundo, os astrônomos maias e babilônicos, independentemente, organizaram e nomearam estes agrupamentos, principalmente utilizando imagens de animais. Os maias incluíram a cascavel, uma tartaruga, três pássaros, um sapo, um porco, um escorpião, um peixe-cobra, um bastão, um esqueleto, e uma jaguatirica, enquanto os babilônicos escolheram um carneiro, um touro, a figura de gêmeos, um caranguejo, um leão, uma virgem, uma balança, um escorpião, um arqueiro, uma cabra, um aquário, e um peixe. Os gregos passaram a chamar esse bando que habitavam o céu por criaturas do zodíaco e as figuras imaginárias formadas de constelação do zodíaco (WEINTRAUB, 2007, p.9, tradução nossa).

Afonso (2006) nos conta sobre alguns registros de constelações nomeadas por comunidades indígenas brasileiras. As principais constelações indígenas da etnia tupi-guarani, grupos encontrados em todas as partes do Brasil, foram localizadas na Via Láctea. Conforme expõe o pesquisador, encontrou-se mais de 100 constelações nomeadas por estas tribos, que

ao serem indagada sobre quantas constelações existem, afirmam que cada animal terrestre tem seu correspondente celeste, em forma de constelação.

Pode-se inferir, a partir das descrições dos pesquisadores mencionados, que independentemente da forma como cada civilização registrou suas observações, todas buscavam utilizar esta organização e sistematização do conhecimento como meio para prever os fenômenos relacionados ao seu cotidiano.

A partir da articulação entre os fenômenos celestes e os do cotidiano, os egípcios, por exemplo, conseguiram, através de observações da posição da estrela Sirus, prever as cheias do rio Nilo. (ZANETIC, 1995; PAIXÃO, 2008). Já os indígenas tupis-guaranis utilizavam e ainda utilizam observações das fases da Lua para escolher os períodos de caça, plantio e corte da madeira, além de associarem a Lua e as marés às estações do ano, conhecimento importante para a pesca artesanal (AFONSO, 2006).

Desta forma, percebe-se que no decorrer da história das constelações há o reflexo direto da busca humana pelo conhecimento do seu meio físico-natural, necessário à sua sobrevivência, sendo esta busca marcante em toda e qualquer organização social. Assim, da mesma forma que vimos os povos europeus mapeando o céu para resolverem seus problemas diários, vamos também visualizar isto em outros grupos étnicos (FARES et al, 2004, p. 82-83).

A análise destes registros, que apresentam como as civilizações organizaram seu conhecimento sobre o céu de diferentes maneiras, representando as constelações com simbologias diversas, pode permitir uma primeira discussão sobre a influência de fatores culturais e sociais na organização do conhecimento científico.

E o estudo destes primeiros registros da observação do céu, nos leva a discussão sobre a primeira definição para planeta: “as estrelas errantes”.

Conforme Weintraub (2007) e Martins (1990), já na antiguidade, enquanto nossos ancestrais faziam as observações do movimento do céu, perceberam que havia pontos de luz, parecidos com as estrelas fixas, que se moviam entre estas estrelas. Hoje sabemos que se tratava da observação de alguns planetas: Mercúrio, Venus, Marte, Júpiter, Saturno. (TANCREDI, 2007; MELLO, 2010). Na época, eles foram chamados de “estrelas errantes”, uma primeira definição para planeta. E conforme nos aponta Zanetic (1995) e Martins (1990),

os astrônomos observaram que o movimento dos planetas não parecia circular nem uniforme visto da Terra, ao contrário dos movimentos das estrelas.

Em seu lento movimento em relação à esfera de estrelas, os planetas, em certos pontos, invertem o sentido de seu movimento ("retrogressão"), depois retornam o movimento normal ("direto"). (MARTINS, 1990, p. 46)

Assim, conforme Martins (1990), alguns problemas se apresentavam na Antiguidade: Como descrever matematicamente estes movimentos? Como prever a posição dos planetas? Como explicar esses movimentos irregulares?

Trechos do texto: ALBUQUERQUE. V.N. ; LEITE, C.. O caso plutão e a natureza da ciência. In: XIX *Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2011, São Paulo. Anais do XIX Simpósio Nacional do Ensino De Física. São Paulo: SBF 2011.

ANEXO D – Texto utilizado na atividade 0: Introdução à metodologia dos "Três Momentos Pedagógicos"

Problematização Inicial

Apresentam-se situações reais que os alunos conhecem e presenciam, e que estão envolvidas nos temas, e que também exigem a introdução dos conhecimentos contidos nas teorias físicas para interpretá-las. Neste momento problematiza-se o conhecimento que os alunos vão expondo, de modo geral a partir de poucas questões propostas, inicialmente discutidas num pequeno grupo, para após explorarem-se as posições dos vários grupos com toda a classe, no grande grupo. Neste primeiro momento, caracterizado pela apreensão e compreensão da posição dos alunos frente às questões em pauta, a função coordenadora do professor se volta mais para questionar posicionamentos, inclusive fomentando a discussão das distintas respostas dos alunos, e lançar dúvidas sobre o assunto, do que para responder ou fornecer explicações. Deseja-se aguçar explicações contraditórias e localizar as possíveis limitações do conhecimento que vem sendo expressado, quando este é cotejado com o conhecimento de física que já foi selecionado para ser abordado. Em síntese a finalidade deste momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão. O ponto culminante desta problematização é fazer com que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão como um problema que precisa ser enfrentado.

Organização do Conhecimento

Os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados neste momento sob a orientação do professor. As mais variadas atividades são empregadas neste momento de modo que o professor possa desenvolver a conceituação física identificada como fundamental para uma compreensão científica das situações que estão sendo problematizadas. É neste ponto que a resolução de problemas de lápis e papel pode desempenhar sua função formativa na apropriação de conhecimentos específicos.

Aplicação do Conhecimento

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo, como outras situações que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. Do mesmo modo que no momento anterior as mais diversas atividades devem ser desenvolvidas, buscando a generalização da conceituação que foi abordada no momento anterior, inclusive formulando os chamados problemas abertos. A meta pretendida com este momento é muito mais a de capacitar os alunos a ir empregando os conhecimentos na perspectiva de formá-los a articular constante e rotineiramente a conceituação física com situações reais, do que simplesmente encontrar uma solução ao empregar algoritmos matemáticos que relacionam grandezas físicas. Independentemente do emprego do aparato matemático disponível para se enfrentar esta classe de problemas, a identificação e emprego da conceituação envolvida, ou seja, o suporte teórico fornecido pela física é que está em pauta neste momento. É o potencial explicativo e conscientizador das teorias físicas que deve ser explorado.

Trechos Extraídos do Artigo: DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETRECOLA, M. (org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora.* Florianópolis: Ed. UFSC, 2001.

ANEXO E – Questionário *O professor e a Astronomia*

Este questionário que tem como objetivo conhecer os professores participantes do curso e o que pensam sobre o ensino de astronomia.

Nome: _____

Formação:□Licenciatura: □ Ciências □Física □Geografia □Matemática

□Bacharelado – Astronomia Física Geografia Matemática

□Outra:_____

Escola que leciona: □Escola Pública □Escola Privada □Ensino Superior

Há quanto tempo você ministra aulas? □Até 3 anos; □4 a 7 anos; □8 a 12 anos; □mais de 15 anos

Qual(is) disciplina(s) você ministra (ou já ministrou) por mais de um ano?

□ Ciências □ Física □ Geografia □ História □ Matemática □ Português

Outra:_____

Em qual(is) nível(is) escolar você leciona? □Fundamental I □Fundamental II □Médio □Superior □EJA Outros:_____

1) Você já fez algum curso de Astronomia? Qual?

□ sim, na graduação: _____ □ sim, em cursos de extensão: _____ □ sim, outros:_____ □não, nunca fiz cursos de astronomia

Em caso positivo, quais foram os conteúdos que você estudou?

_____

_____

_____

2) Você já ministrou aulas com temas da Astronomia?

□ sim, no EF I; □ sim, no EF II, □ sim, no EM; □ sim, no ES

Quais foram os temas abordados?

_____

_____

_____

_____

3) Quais temas da Astronomia você gostaria que fossem abordados neste curso? Cite em ordem de preferência.

_____

_____

_____

_____

_____

4) Você já fez atividades de observação do céu? O que você conseguiu observar no céu? Em que contexto? □ cursos □observatório □ planetário □outros:_____

_____

_____

_____

_____