

UNIVERSIDADE CRUZEIRO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
DOUTORADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

**Formação Inicial de Professores de Ciências da Natureza e
Matemática e o Ensino de Astronomia**

JOSUÉ ANTUNES DE MACÊDO

Orientador: Prof. Dr. Marcos Rincon Voelzke

Tese apresentada ao Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Cruzeiro do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências e Matemática.

SÃO PAULO

2014

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 ELABORADA PELA
BIBLIOTECA CENTRAL DA
UNIVERSIDADE CRUZEIRO DO SUL

M121f Macêdo, Josué Antunes de.
Formação inicial de professores de ciências da natureza e matemática e o ensino de astronomia / Josué Antunes de Macêdo. -- São Paulo; SP: [s.n], 2014.
269 p. : il. ; 30 cm.

Orientador: Marcos Rincon Voelzke.
Tese (doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul.

1. Ensino de astronomia 2. Formação de professores 3. Parâmetros curriculares nacionais - Astronomia 4. Transmissão do conhecimento 5. Tecnologia e educação. I. Voelzke, Marcos Rincon. II. Universidade Cruzeiro do Sul. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

CDU: 52:371.3(043.2)

**UNIVERSIDADE CRUZEIRO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO**

**Formação Inicial de Professores de Ciências da Natureza e
Matemática e o Ensino de Astronomia**

JOSUÉ ANTUNES DE MACÊDO

**Tese de doutorado defendida e aprovada
pela Banca Examinadora em 05/12/2014.**

BANCA EXAMINADORA:

**Prof. Dr. Marcos Rincon Voelzke
Universidade Cruzeiro do Sul
Presidente**

**Prof. Dr. Carlos Fernando de Araújo Júnior
Universidade Cruzeiro do Sul**

**Prof. Dr. Mauro Sérgio Teixeira de Araújo
Universidade Cruzeiro do Sul**

**Prof. Dr. Roberto Boczko
Universidade de São Paulo**

**Prof.^a Dr.^a Marisa Almeida Cavalcante
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo**

À

Minha Família.

Especialmente aos meus pais Manoel (*in memorian*) e Dos Anjos que, mesmo não tendo oportunidade de estudo, de alguma forma me deram incentivo e as condições necessárias para a realização deste grande sonho.

À minha querida esposa Mônica, que se privou de minha presença, me deu força para concluir esta tese e, principalmente, foi paciente em cuidar dos nossos filhos em vários momentos enquanto eu estava estudando...

Aos meus queridos filhos Emanuel, Emilly e Daniel. A existência de vocês é o motivo pelo qual nunca desistirei dos meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Muitas foram as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão do meu doutorado. A todas, deixo aqui meus agradecimentos com *status* de dedicatória, correndo-se sério risco de me esquecer de algumas dessas pessoas:

Primeiramente a Deus, minha fonte de inspiração e força para os momentos difíceis. Sem Ele, não chegaria aonde cheguei.

Ao Prof. Dr. Marcos Rincon Voelzke, pela amizade, orientação, compreensão e incentivo dispensados ao desenvolvimento desta tese. Pessoa simples que me ensinou a gostar de Astronomia, realizar pesquisa, participar de eventos e publicar. Sua pessoa sempre permanecerá como exemplo a ser seguido.

Aos Professores membros da banca de qualificação e defesa: Prof. Dr. Carlos Fernando de Araújo Júnior; Prof. Dr. Mauro Sérgio Teixeira de Araújo; Prof. Dr. Roberto Boczko; Prof.^a Dr.^a Marisa Almeida Cavalcante, pelas excelentes sugestões e contribuições de revisão e leitura deste trabalho.

Ao meu grande amigo e compadre Alysson. Você me ensinou a dar os primeiros passos rumo à Astronomia, mostrou que era possível, e com certeza é um dos responsáveis por esta conquista. Serei eternamente grato.

A meus irmãos, que sempre me deram incentivo e apoio nos estudos.

Aos amigos Luciano Pedroso e Lailson Lopes pela leitura e contribuições para a finalização deste trabalho.

Aos colegas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG), Campus Januária, pelo incentivo e colaboração no período de realização do doutorado.

Ao prof. Dr. João Carneiro Filho, que enquanto Diretor Geral do Câmpus Januária, não mediu esforços para contribuir para a realização do meu doutorado. Serei eternamente grato.

Aos meus alunos, principalmente àqueles participantes desta pesquisa. A oportunidade de conviver com vocês é a razão da minha busca constante pelo aperfeiçoamento e por mais conhecimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

A todos os professores do doutorado, pelas contribuições à minha formação.

Aos meus eternos amigos Pedro Renato, Anete e Elrismar. A convivência com vocês durante o mestrado me fez crescer muito profissionalmente.

Aos meus amigos e colegas do doutorado, especialmente Luciano, Bia, Ronaldo, Willian Sallum, Carlos, Reginaldo e Ricardo Sepini, pelos momentos de convivência e troca de conhecimentos e experiências.

Um dia, quando olhares para trás, verás que os dias
mais belos foram aqueles em que lutaste.

Sigmund Freud

O Senhor é o meu pastor, nada me faltará.
Deitar-me faz em verdes pastos, guia-me mansamente a águas tranquilas.
Refrigera a minha alma; guia-me pelas veredas da justiça, por amor do seu nome.
Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte, não temeria mal algum,
porque Tu estás comigo; a Tua vara e o Teu cajado me consolam.
Preparas uma mesa perante mim na presença dos meus inimigos, unges a minha
cabeça com óleo, o meu cálice transborda.
Certamente que a bondade e a misericórdia me seguirão todos os dias da minha
vida; e habitarei na casa do Senhor por longos dias.

Salmos 23:1-6

MACÊDO, J. A. **Formação inicial de professores de ciências da natureza e matemática e o ensino de astronomia**. 2014. 269 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática)—Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2014.

RESUMO

A Astronomia é parte integrante dos Parâmetros Curriculares Nacionais, no entanto raramente é ensinada adequadamente na educação básica. Nesse sentido, desenvolveu-se esta pesquisa com o objetivo de investigar as contribuições do uso dos recursos tradicionais, articulados com as tecnologias digitais, na construção da autonomia docente de futuros professores de Ciências da Natureza e Matemática em relação ao ensino de temas de Astronomia. Seguiram-se as seguintes etapas: i) análise dos projetos pedagógicos dos cursos (PPC) das licenciaturas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG); ii) análise das concepções dos alunos em relação à Astronomia e às tecnologias digitais; iii) elaboração do curso e aplicação, que se desenvolveu na modalidade semipresencial, utilizando a proposta de ensino do pluralismo metodológico; iv) aplicação e análise do questionário final. Os sujeitos da pesquisa foram constituídos por trinta e dois alunos dos cursos de Física, Matemática e Ciências Biológicas. Utilizou-se a metodologia mista, com delineamento pré-experimental, combinada com análise de conteúdo. Os resultados apontam que: no IFNMG, apenas o curso de licenciatura em Física contempla conteúdos de Astronomia diluídos em várias disciplinas do currículo; há índices baixos de conhecimento prévio dos alunos em relação à Astronomia e indícios de aprendizagem significativa dos conceitos relacionados à Astronomia. Esta pesquisa buscou contribuir para a formação inicial docente, sobretudo em relação ao Ensino de Astronomia, propondo novas alternativas para promover o ensino dessa área do conhecimento. Buscou, ainda, contribuir com as instituições que desejam implantar cursos semipresenciais ou a distância, pois verificou-se durante a pesquisa que, embora seja importante as discussões realizadas nos fóruns, há uma necessidade de que esses cursos promovam encontros presenciais, com realização de atividades práticas e manipulativas.

Palavras-chave: Ensino de astronomia, Recursos tradicionais, Tecnologias digitais, Formação de professores, Pluralismo metodológico.

MACÊDO, J. A. **Initial teacher training science nature and mathematics and the teaching of astronomy.** 2014. 269 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática)–Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2014.

ABSTRACT

Although Astronomy is part of the National Curriculum Parameters, it is rarely taught adequately in basic education. In this regard, this research has been developed aiming to investigate contributions to the use of traditional resources combined with digital technologies, in order to create autonomy for future teachers of Natural Sciences and Mathematics in relation to themes in Astronomy. The following steps were taken: i) analysis of educational pedagogical projects (EPP) from licentiate courses at the Federal Institution of Education, Science and Technology in the North of Minas Gerais (FINMG); ii) analysis of students' preconceptions on Astronomy and digital technologies; iii) elaboration of the course and application, developed under the education modality of blended learning, using the teaching proposal of methodological pluralism; iv) application and analysis of the final questionnaire. The research subjects were constituted by thirty-two students of Physics, Mathematics and Biological Sciences courses. A mixed methodology with a pre-experimental delineation, combined with content analysis, has been used. The results showed the following: at the IFNMG, only the licentiate course in physics includes Astronomy content in several curriculum subjects; students' rates of previous knowledge of Astronomy are low, and there are indications of meaningful learning of concepts related to Astronomy. This research sought to contribute to initial teacher training, particularly in relation to Astronomy teaching, proposing new alternatives to promote the teaching of this knowledge area. Furthermore, the intention was to respond to requests of institutions for implementation of blended learning or distance courses, since during the survey it was verified that, although discussions in forums are important, there is a need for such courses to promote on-site meetings conducting practical and manipulative activities.

Keywords: Teaching of astronomy, Traditional resources, Digital technologies, Teacher education, Methodological pluralism.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Diagrama do procedimento pré-experimental em um grupo com pré-curso e pós-curso	31
Figura 2	Logomarca do <i>software Stellarium</i>	85
Figura 3	Tela inicial do <i>software Stellarium</i>	86
Figura 4	Estrutura do curso	90
Figura 5	Recursos utilizados no curso.	91
Figura 6	Cone do aprendizado de Edgard Dale (DALE, 1969).....	93
Figura 7	As cinco etapas para a elaboração das atividades em AVA	94
Figura 8	Construção de um quadrante (a) e de um relógio de Sol equatorial (b).....	101
Figura 9	Construção de um planisfério.....	101
Figura 10	Construção do Sistema planetário do Sol em escala de distância (a) e de tamanho (b).....	102
Figura 11	Maquete do sistema Sol-Terra-Lua.....	103
Figura 12	Construção da luneta de Galileu.....	104
Figura 13	Aluna do curso com uma maquete do sistema Sol-Terra-Lua	107
Figura 14	Janela para aferir o local da observação no <i>software Stellarium</i> ..	107
Figura 15	Movimento do Sol durante o equinócio de março	109
Figura 16	Movimento do Sol durante o solstício de junho	109
Figura 17	Movimento do Sol durante o equinócio de setembro	109
Figura 18	Movimento do Sol durante o solstício de dezembro.....	110

Figura 19	Sol a pino (Sol no zênite).....	110
Figura 20	Analema do Sol	111
Figura 21	Movimento do Sol no decorrer dos meses do ano em Montes Claros (MG)	112
Figura 22	Atividade de localização pelo Sol proposta em livro didático	113
Figura 23	Atividade de localização sugerida em um <i>blog</i>.....	114
Figura 24	Representação das fases da Lua nova e cheia com a maquete	117
Figura 25	Representação das fases da Lua minguante e crescente com a maquete.....	118
Figura 26	Simulação das fases da Lua.....	119
Figura 27	Representação do plano orbital da Terra em torno do Sol, e da Lua em torno da Terra e a linha dos nodos, que é a intersecção desses dois planos	121
Figura 28	Esquema comparativo mostrando a situação em que ocorrem os diferentes tipos de eclipse: total, anular e parcial	121
Figura 29	Representação geométrica fora de escala dos eclipses	122
Figura 30	O plano da órbita da Lua em torno da Terra não coincide com o plano da órbita da Terra em torno do Sol	122
Figura 31	Representação do eclipse solar com a maquete.....	123
Figura 32	Representação do eclipse lunar com a maquete	124
Figura 33	Simulação dos momentos iniciais do eclipse de Sobral (CE) até a escuridão total.....	125
Figura 34	Simulação dos momentos finais do eclipse de Sobral (CE).....	126

Figura 35	Simulação do eclipse total da Lua em Montes Claros (MG) em 15/04/2014	127
Figura 36	Simulação da ocultação de Vênus vista em Florianópolis (SC).....	128
Figura 37	Incidência dos raios solares na Terra e as estações do ano	130
Figura 38	Movimento aparente do Sol e as estações do ano.....	131
Figura 39	Sol da meia-noite em junho visto da montanha Luossavaara, em Kiruna, Suécia	132
Figura 40	Simulação do Sol da meia-noite no solstício de junho.....	133
Figura 41	Simulação do Sol da meia-noite no solstício de dezembro.....	134
Figura 42	Posição da constelação do Cruzeiro do Sul em três instantes de uma noite (i). Estrelas principais da constelação do Cruzeiro do Sul (ii).....	136
Figura 43	Movimento do Cruzeiro do Sul ao longo dos meses	137
Figura 44	Forma correta de indicar o Ponto Cardeal Sul	138
Figura 45	Distribuição dos alunos por curso e período	145
Figura 46	Idade dos alunos do Curso de Extensão em Astronomia	146
Figura 47	Principal ocupação dos participantes da pesquisa	146
Figura 48	Horas semanais de trabalho dos alunos.....	147
Figura 49	Tempo de atividade docente exercida pelos alunos	147
Figura 50	Tempo de dedicação semanal aos estudos na graduação.....	148
Figura 51	Opinião dos alunos quanto ao uso de recursos tecnológicos no Ensino de Astronomia	149
Figura 52	Recursos tecnológicos mais utilizados pelos alunos	150

Figura 53	Locais de acesso à <i>internet</i>	150
Figura 54	Opinião dos alunos sobre o uso de recursos digitais na prática docente.....	151
Figura 55	<i>Softwares</i> e <i>sites</i> por área do conhecimento citados pelos alunos	152
Figura 56	<i>Softwares</i> educativos citados pelos alunos	152
Figura 57	Nível de satisfação dos alunos em relação às ferramentas disponibilizadas no AVA.....	154
Figura 58	Tempo de dedicação semanal aos estudos no Curso de Extensão em Astronomia	155
Figura 59	Periodicidade de acesso ao Curso de Extensão em Astronomia ..	156
Figura 60	Opinião dos alunos sobre o tempo necessário para se dedicar ao Curso de Extensão em Astronomia.....	157
Figura 61	Sequência de estudo sugerida pelos alunos.....	158
Figura 62	Sugestões para a melhoria do curso.....	158
Figura 63	Análise da satisfação dos alunos do Curso de Extensão em Astronomia	159
Figura 64	Opinião dos alunos em relação aos fóruns	162
Figura 65	Opinião dos alunos sobre o AVA <i>Moodle</i>	164
Figura 66	Opinião dos alunos sobre os encontros presenciais	165
Figura 67	Participação dos alunos nos encontros presenciais	167
Figura 68	Oficinas mais citadas pelos alunos.....	168
Figura 69	Opinião dos alunos sobre os temas tratados no curso de extensão	169

Figura 70	Nível de conhecimento dos alunos em relação à Astronomia	169
Figura 71	Participação dos alunos em oficinas de Astronomia	170
Figura 72	Questão relacionada ao ponto onde o Sol nasce e se põe	172
Figura 73	Questão relacionada aos pontos cardeais.....	173
Figura 74	Resposta dos alunos em relação ao fenômeno do Sol a pino	174
Figura 75	Questão sobre o movimento de rotação da Terra.....	175
Figura 76	Questão relacionada às estações do ano	176
Figura 77	Causa das estações do ano	177
Figura 78	O lado oculto da Lua.....	178
Figura 79	Questão referente ao lado oculto da Lua.....	179
Figura 80	Observação da Lua	180
Figura 81	Sol, Terra e Lua em escala	181
Figura 82	Proteção da visão em eclipses lunares.....	182
Figura 83	Questão referente à luz das estrelas	183
Figura 84	Questão sobre o movimento aparente dos astros celestes	184
Figura 85	Resposta dos alunos em relação à órbita da Terra.....	185
Figura 86	Resposta dos alunos em relação ao Sistema Solar.....	187
Figura 87	Resposta dos alunos em relação aos componentes do Sistema Solar	188
Figura 88	Resposta dos alunos em relação ao Sol.....	189
Figura 89	Estrutura do Sol, esquematizada fora de escala	189

Figura 90	Questão relacionada aos componentes do Sistema Planetário do Sol.....	190
Figura 91	Distribuição de frequência das notas dos alunos do Curso de Extensão em Astronomia	191
Figura 92	Comparação dos acertos no questionário inicial e final	196
Figura 93	Nível de respostas corretas no questionário final	196
Quadro 1	Questões excluídas da análise dos dados.....	33
Quadro 2	Carga horária do Curso de Extensão em Astronomia	36
Quadro 3	Alunos do Curso de Extensão em Astronomia por período.....	37
Quadro 4	Principais motivos para a desistência dos alunos do Curso de Extensão em Astronomia	38
Quadro 5	Conteúdos de Astronomia previstos nos CBC de Ciências Naturais	61
Quadro 6	Conteúdos de Astronomia previstos nos CBC de Física	65
Quadro 7	Encontros presenciais	100
Quadro 8	Nascer e ocaso do Sol em Montes Claros (MG)	108
Quadro 9	Assuntos mais sugeridos pelos alunos	169
Quadro 10	Comparação entre os tamanhos e distâncias entre Sol, Terra e Lua..	181

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP	Associação Brasileira de Planetários
ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
AIA	Ano Internacional de Astronomia
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BIOE	Banco Internacional de Objetos Educacionais
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBC	Currículo Básico Comum
CRV	Centro de Referência Virtual do Professor
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
EaD	Educação a Distância
EBEA	Encontro Brasileiro para o Ensino de Astronomia
ENAST	Encontro Nacional de Astronomia
ENDIPE	Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências
EPEF	Encontro de Pesquisa em Ensino de Física
EREA	Encontro Regional de Ensino de Astronomia
FAPEMIG	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
HS	Hemisfério Sul
IAG	Instituto Astronômico e Geofísico
IAU	<i>International Astronomical Union</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IDLE	<i>Integrated Distributed Learning Environments</i>
IFNMG	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais

LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LMS	<i>Learning Management System</i>
LNA	Laboratório Nacional de Astrofísica
MCT	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MEC	Ministério da Educação
<i>Moodle</i>	<i>Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment</i>
NAAP	<i>Nebraska Astronomy Applet Project</i>
NTIC	Novas Tecnologias de Informação e Comunicação
OA	Objeto de Aprendizagem
OAEM	Observatório Astronômico da Escola de Minas
OEI	Organização dos Estados Ibero-americanos
OnT	Observatório no Telhado
OPD	Observatório Pico dos Dias
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Orientações Curriculares Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PCS	Polo Celeste Sul
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PPC	Projeto Pedagógico de Curso
RAS	<i>Royal Astronomical Society</i>
RELPE	Rede Latino-americana de Portais Educacionais
RIVED	Rede Interativa Virtual de Educação
RM	<i>Ranking Médio</i>
SAB	Sociedade Astronômica Brasileira
SESU	Secretaria de Educação Superior
SNEA	Simpósio Nacional de Ensino de Astronomia
SNEF	Simpósio Nacional de Ensino de Física

TCU	Teoria do Campo Unificado
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
VLE	<i>Virtual Learning Spaces</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>

SUMÁRIO

1	CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	21
1.1	Temática, Motivação E Justificativas.....	21
1.2	Questões De Investigação E Metodologia Adotada.....	24
1.3	Objetivos Da Tese.....	25
1.4	Estrutura Da Tese	26
2	CAPÍTULO 2 – DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	29
2.1	Modalidade De Pesquisa.....	29
2.2	Instrumentos De Coleta De Dados	31
2.2.1	Análise De Documentos.....	31
2.2.2	Observação	32
2.2.3	Questionários.....	32
2.3	CrITÉrios Para Análise E Interpretação Dos Dados	34
2.3.1	Dados Quantitativos	34
2.3.2	Dados Qualitativos	34
2.3.3	Análise De Conteúdo.....	35
2.4	Os Participantes Da Pesquisa	35
2.4.1	A Amostra.....	36
2.5	Pluralismo Metodológico	38
2.6	Momentos Pedagógicos.....	39
2.6.1	Primeiro Momento Pedagógico: Problematização Inicial.....	39
2.6.2	Segundo Momento Pedagógico: Organização Do Conhecimento	40
2.6.3	Terceiro Momento Pedagógico: Aplicação Do Conhecimento	40
3	CAPÍTULO 3 – REFERENCIAL TEÓRICO	43
3.1	Formação Inicial E Continuada De Professores	43
3.1.1	A Formação Do Professor Pesquisador	46
3.2	Formação De Professores Para O Ensino De Astronomia.....	47
3.2.1	O Ensino De Astronomia No Brasil	48
3.2.2	O Ensino De Astronomia Em Minas Gerais	54

3.2.3	O Ensino De Astronomia No Ifnmg	56
3.2.4	O Ensino De Astronomia Nos Documentos Oficiais	57
3.3	Aprendizagem Significativa E Aprendizagem Colaborativa: Alguns Pressupostos	66
3.3.1	Aprendizagem Significativa	67
3.3.2	Aprendizagem Colaborativa.....	69
3.4	As Tecnologias Digitais Na Formação Inicial De Professores.....	72
3.5	Possibilidades E Limitações Do Uso Das Tecnologias Digitais No Ensino	76
3.5.1	Objetos De Aprendizagem No Ensino.....	78
3.5.2	Simulação E Modelagem Computacional No Ensino	80
3.6	Ambientes Virtuais De Aprendizagem	81
3.7	O <i>Stellarium</i> No Ensino De Astronomia.....	85
4	CAPÍTULO 4 – O CURSO DE EXTENSÃO EM ASTRONOMIA	89
4.1	Estrutura Do Curso	89
4.2	Aspectos Pedagógicos	92
4.3	Desenvolvimento Do Curso	96
4.3.1	Cronograma Do Curso	97
4.3.2	As Avaliações Presenciais	98
4.3.3	Os Encontros Presenciais	99
4.3.4	Situações De Aprendizagem Desenvolvidas No Curso.....	104
5	CAPÍTULO 5 - ANÁLISE DOS DADOS.....	139
5.1	Análise Dos Ppc Das Licenciaturas Do Ifnmg.....	139
5.1.1	A Astronomia Nos Ppc Das Licenciaturas Do Ifnmg.....	139
5.1.2	As Tecnologias Digitais Nos Ppc Das Licenciaturas Do Ifnmg	142
5.2	Análise Do Perfil Dos Participantes Da Pesquisa	144
5.3	Concepção Dos Alunos Em Relação Às Tecnologias Digitais	148
5.4	Análise Da Satisfação Dos Alunos	153
5.5	Conhecimentos Preliminares Dos Alunos Em Relação À Astronomia	169
5.6	Concepção Dos Alunos Em Relação À Astronomia	171
5.7	Conhecimentos Subsequentes Dos Alunos Em Relação À Astronomia .	186

6	CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	193
6.1	Retomando A Questão De Pesquisa	193
6.2	Principais Contribuições À Área De Ensino De Ciências E Matemática..	199
6.3	Principais Recomendações	201
6.4	Reflexões Finais.....	202
	REFERÊNCIAS.....	205
	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	223
	Apêndice A – Questionário Inicial	223
	Apêndice B – Questionário Final E Segunda Avaliação	231
	Apêndice C – Divulgação Do Curso	241
	Apêndice D – Ficha De Inscrição	243
	Apêndice E – Cadastro Do Curso	245
	Apêndice F – Certificado Do Curso	247
	Apêndice G – Primeira Avaliação	249
	Apêndice H – Autorização	253
	Apêndice I – Notas Dos Alunos Concluintes Do Curso.....	255
	Anexo A – Sistema Planetário Do Sol Em Escala De Distância	257
	Anexo B – Sistema Planetário Do Sol Em Escala De Tamanho	263
	Anexo C – Material Para Construção Da Luneta	265
	Anexo D – Permissão De Uso De Imagem	267

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

O universo de informação ampliou-se de maneira assustadora nestas últimas décadas, portanto o eixo da ação docente precisa passar do ensinar para focar o aprender e, principalmente, o aprender a aprender. (BEHRENS, 2011, p. 70).

Esta Introdução tem como função contextualizar o presente trabalho, apresentando a sua organização de acordo com os seguintes aspectos: **(i)** temática, motivação e justificativa; **(ii)** questões de investigação para as quais se procurou encontrar respostas; **(iii)** objetivos e metodologia adotada; e **(iv)** apresentação dos capítulos e de sua estruturação.

1.1 Temática, Motivação e Justificativas

Esta tese gira em torno de três temas relevantes para o desenvolvimento da sociedade atual: Formação de Professores; Tecnologias Digitais e Ensino de Astronomia. A Ciência é reconhecidamente um dos pilares da Educação, haja vista o seu papel disseminador do conhecimento científico e tecnológico. Dessa forma, espera-se que o seu ensino, e conseqüentemente a sua aprendizagem, possam promover uma compreensão acerca do que é a Ciência e de como o conhecimento científico interfere nas relações que as pessoas mantêm entre si e com o mundo natural. O interesse e fascínio dos jovens, vinculados aos avanços da Astronomia nos últimos anos, podem ser um poderoso aliado para atingir esse objetivo.

Em todo o mundo estão sendo desenvolvidas ações na área de formação de professores para o uso de novas tecnologias no Ensino das Ciências, que também envolvem os processos de ensino e aprendizagem de Astronomia. Recentemente, a União Astronômica Internacional (*International Astronomical Union* - IAU) aprovou um plano estratégico denominado *Astronomy for Development*¹ (Astronomia para o desenvolvimento) (IAU, 2009) para ser desenvolvido em dez anos, no qual se propõe promover uma melhor compreensão do Universo, utilizando as ciências e a

¹ Este plano foi aprovado pelo Comitê Executivo da IAU em 7 de abril de 2009 e posteriormente aprovado por duas resoluções na Assembleia Geral da IAU, ocorrida no Rio de Janeiro em 13 de agosto 2009.

educação como componentes essenciais para o avanço tecnológico e econômico das nações.

A Astronomia combina ciência, tecnologia, inspiração e emoção e pode, assim, contribuir para a melhoria da Educação, pois: **(i)** permite o desenvolvimento da ciência, sendo ainda facilitadora no Ensino de Física, Química, Biologia e Matemática; **(ii)** a necessidade de se estudar os mais distantes e tênues objetos celestes proporcionou avanços consideráveis em eletrônica, óptica e tecnologia da informação; **(iii)** a busca pela exploração do Universo satisfaz os mais profundos anseios culturais e filosóficos da humanidade; **(iv)** inspira os adolescentes a escolher uma carreira em ciência e tecnologia e é um marco na educação de jovens e adultos (IAU, 2009).

A educação científica da sociedade é feita através dos ensinamentos formal e não formal, sendo uma missão conjunta de instituições de ensino, de pesquisa e de difusão cultural. Os astrônomos têm um papel importante nessa tarefa, pois a Astronomia, além de despertar a curiosidade da maioria das pessoas, tem um caráter interdisciplinar que lhe permite servir de interface entre as demais ciências.

O ensino formal é aquele que ocorre nas instituições de ensino regulares, por meio de atividades planejadas e estruturadas, com objetivos claros de promover o ensino e a aprendizagem. O ensino não formal é aquele que ocorre fora do ambiente escolar, sendo promovido, na maioria das vezes, por museus, observatórios e outros órgãos através de atividades previamente planejadas e estruturadas (LANGHI; NARDI, 2009).

O Ministério da Educação (MEC) vem adotando uma série de reformas no sistema educacional brasileiro desde 1995, sendo que em 1996 promulgou-se a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) 9394/1996 (BRASIL, 1996), que deu origem em 1998 às novas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) (BRASIL, 1998a), a fim de expressar os princípios gerais da LDBEN e seus pressupostos filosófico-pedagógicos tendo, portanto, força de lei. A partir das DCNEM, os currículos do Ensino Médio foram organizados em três áreas, a saber: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, e Ciências Humanas e suas Tecnologias. Em cada

área há um conjunto de competências básicas, e para o conjunto do currículo são estabelecidos dois princípios pedagógicos, a contextualização e a interdisciplinaridade, sendo que esses princípios devem assegurar a articulação entre as áreas e seus respectivos conteúdos. Para subsidiar as reformas e orientar o desenvolvimento das habilidades e competências em cada disciplina, dentro das suas respectivas áreas, foram elaborados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+) (BRASIL, 1998b, 1998c, 1999, 2006a, 2006b).

Entre os desafios para executar as reformas adotadas pelo MEC, destaca-se a formação inicial e continuada de profissionais da Educação - professores, diretores, técnicos de apoio pedagógico das escolas e técnicos das Secretarias Estaduais de Educação. Macêdo e Voelzke (2012) afirmam que em todo o país há necessidade de professores com formação disciplinar específica e/ou formação pedagógica em várias áreas do conhecimento, especialmente nas áreas de Matemática e de Ciências da Natureza, tais como Física, Química e Biologia.

Neste sentido, é importante mobilizar todos os meios e estratégias para promover a formação inicial e continuada de professores, assegurando assim o domínio dos conhecimentos da área, dos conhecimentos pedagógicos que viabilizarão a construção de competências pelos alunos, e dos conhecimentos a respeito da utilização dos materiais e métodos a serem mobilizados nas situações facilitadoras e mediadoras da aprendizagem.

Considerando as conclusões dos diversos estudos referidos ao longo desta tese, percebe-se que a formação de professores utilizando metodologias diferenciadas, aliadas às tecnologias digitais no ensino das Ciências, através do ensino da Astronomia, permite enfrentar um vasto conjunto de novos desafios para a escola, tanto tecnológicos como pedagógicos. Neste sentido, foi concebida uma proposta que envolve a articulação entre os recursos tradicionais e as tecnologias digitais na formação inicial dos professores de Ciências da Natureza e Matemática, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG), Campus Januária, que serviu de base a este estudo.

1.2 Questões de Investigação e Metodologia Adotada

De acordo com o que foi exposto anteriormente e com o quadro teórico desenvolvido ao longo desta tese, a questão de investigação formulada para a qual se pretende encontrar respostas, é a seguinte:

O uso de recursos tradicionais em articulação com as tecnologias digitais no Ensino de Astronomia pode contribuir para a construção da autonomia docente dos futuros professores de Ciências da Natureza e Matemática?

Analisando a priori a questão central, pode-se remeter para as seguintes questões orbitantes:

- Os Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPC) das licenciaturas do IFNMG contemplam temas de Astronomia no currículo?
- Qual o nível de conhecimento de Astronomia básica que possuem os acadêmicos das licenciaturas em Ciências da Natureza e Matemática do IFNMG?
- Os acadêmicos das licenciaturas em Ciências da Natureza e Matemática do IFNMG estão sendo devidamente preparados para o uso das tecnologias digitais no ensino?

O conceito de autonomia docente tratado nesta tese está relacionado à capacidade do sujeito de agir por si mesmo, de tomar decisões, sendo crítico, consciente e responsável por suas ações. Ao se tornar autônomo em relação aos conteúdos de Astronomia, o professor se tornará apto a melhorar a qualidade de suas aulas e, assim, realizar uma transposição didática eficaz, ou seja, transformar o conhecimento científico em conhecimento escolar, passível de ser compreendido pelos alunos, como defende Freire (2011) em seu livro *Pedagogia da Autonomia*.

A fim de obter as respostas à questão de investigação proposta, optou-se por oferecer um Curso de Extensão em Astronomia, na modalidade semipresencial, aos acadêmicos das licenciaturas do IFNMG, que será descrito mais detalhadamente no Capítulo 4 desta tese. O referido curso foi ministrado pelo autor desta tese, que atuou como professor, tutor e pesquisador.

Para a realização do curso, optou-se por uma proposta de ensino com o viés do pluralismo metodológico baseado em Laburu, Arruda e Nardi (2003), contemplando o uso de diversas ferramentas de ensino e aprendizagem, em uma abordagem investigativa com ações pedagógicas e científicas, combinado com os momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1994; 2003), descrito no Capítulo 2.

Para a coleta e análise dos dados, optou-se por uma metodologia de investigação de caráter misto, ou seja, com viés qualitativo e quantitativo proposto por Creswell (2007), por ser mais adequada para tratar das várias categorias de análise desta pesquisa, combinada com a análise de conteúdo proposta por Bardin (2011), o que será desenvolvido no Capítulo 2.

Os dados foram coletados através de: aplicação de questionários, pré e pós-curso; observação da participação dos alunos nas oficinas presenciais; registros das interações nos fóruns e nas atividades desenvolvidas no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), entre outros. Posteriormente os dados qualitativos foram analisados através da análise de conteúdo (BARDIN, 2011). Já os dados quantitativos foram analisados através da estatística descritiva e inferencial com base nos trabalhos de Martins (2011) e Triola (2013).

1.3 Objetivos da Tese

A fim de buscar possíveis respostas à problemática central, alguns objetivos foram delineados como princípios condutores desta pesquisa:

Objetivo Geral

Investigar as contribuições do uso dos recursos tradicionais, articulados com as tecnologias digitais, na construção da autonomia docente dos acadêmicos das licenciaturas em Ciências da Natureza e Matemática do IFNMG, em relação ao ensino de temas de Astronomia.

Objetivos Específicos

- Analisar os Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPC) das licenciaturas do IFNMG em relação aos temas de Astronomia;

- Identificar as concepções em relação à Astronomia dos acadêmicos das licenciaturas em Ciências da Natureza e Matemática do IFNMG;
- Verificar se os acadêmicos das licenciaturas em Ciências da Natureza e Matemática do IFNMG estão sendo devidamente preparados para o uso das tecnologias digitais no ensino.

Esta pesquisa pretende contribuir para a melhoria na formação inicial dos acadêmicos das licenciaturas em Ciências da Natureza e Matemática do IFNMG, buscando fornecer-lhes meios para se tornarem autônomos, sobretudo em relação ao Ensino de Astronomia.

Esta tese torna-se relevante na medida em que contribui com aqueles que buscam estratégias diferenciadas e articulação entre os aspectos teóricos, metodológicos e práticos, e com as instituições que desejam implantar cursos semipresenciais, uma vez que apontará as possibilidades e limitações dessa modalidade, relacionadas com algumas de suas fragilidades identificadas neste trabalho.

1.4 Estrutura da Tese

Esta tese de doutorado apresenta-se estruturada em seis capítulos, a saber:

O Capítulo 1 trata da Introdução e tem como função contextualizar: a motivação da pesquisa; a justificativa; o tema; o problema; as hipóteses; os objetivos da investigação, bem como a relevância e contribuições do estudo.

O Capítulo 2 descreve a metodologia adotada nesta pesquisa - a modalidade de pesquisa, os instrumentos de coleta de dados, os critérios de análise dos dados, bem como os critérios de escolha dos sujeitos da pesquisa. Trata, ainda, da proposta de ensino utilizada na elaboração do Curso de Extensão em Astronomia, apoiado nos conceitos do: **(i)** Pluralismo Metodológico, baseando-se em Laburu, Arruda e Nardi (2003), e **(ii)** Momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1994; 2003);

O capítulo 3 deste trabalho apresenta o referencial teórico, que é dividido em sete partes: **(i)** Formação inicial e continuada de professores; **(ii)** Formação de

professores para o Ensino de Astronomia; **(iii)** Aprendizagem significativa e aprendizagem colaborativa; **(iv)** As tecnologias digitais na formação inicial do professor; **(v)** Possibilidades e limitações do uso das tecnologias digitais no ensino; **(vi)** Ambientes virtuais de aprendizagem; e **(vii)** O *Stellarium* (*STELLARIUM*, 2014) no Ensino de Astronomia.

O capítulo 4 descreve o Curso de Extensão em Astronomia - sua estrutura, os aspectos pedagógicos e o desenvolvimento do curso, incluindo o cronograma, avaliações e os encontros presenciais. Descreve, ainda, algumas situações de aprendizagem realizadas no curso.

O Capítulo 5 trata da apresentação, da análise, da discussão e da interpretação dos resultados.

O Capítulo 6 constitui-se das considerações finais, em que se procura relacionar o que foi apresentado nos capítulos anteriores e apontar algumas sugestões de pesquisas futuras.

Finalmente, encerra-se esta tese com as referências, apêndices e anexos.

CAPÍTULO 2 – DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Pesquisa científica é a realização concreta de uma investigação planejada, desenvolvida e redigida de acordo com as normas das metodologias consagradas pela ciência. (RUIZ, 2011, p. 48).

Neste capítulo são descritas as etapas seguidas no desenvolvimento da pesquisa e a metodologia utilizada para responder a questão de investigação e, conseqüentemente, alcançar os objetivos propostos e descritos no capítulo anterior. Inicialmente será apresentada a modalidade de pesquisa, seguida do tipo de pesquisa, dos instrumentos de coleta de dados e a escolha da amostra dos sujeitos da pesquisa.

O pluralismo metodológico baseado em Laburu, Arruda e Nardi (2003), bem como os momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1994; 2003), orientam a elaboração das atividades desenvolvidas no Curso de Extensão em Astronomia. Assim, é realizada uma síntese das características de cada um desses momentos, e descrito como eles foram utilizados na elaboração das atividades contidas no Curso.

Esta pesquisa iniciou-se com um estudo do estado da arte sobre formação de professores, Ensino de Astronomia e tecnologias digitais, a fim de construir o referencial teórico para a elaboração dos instrumentos de coleta e análise de dados. Tais teorias serão apresentadas no próximo capítulo, no qual é realizada uma articulação entre os estudos referidos, evidenciando a importância de sua abordagem para o contexto desta pesquisa e para o Ensino de Astronomia.

2.1 Modalidade de pesquisa

Com o objetivo de investigar as contribuições do uso dos recursos tradicionais, articulados com as tecnologias digitais, na construção da autonomia docente dos acadêmicos das licenciaturas em Ciências da Natureza e Matemática do IFNMG, em relação ao ensino de temas de Astronomia, ofereceu-se um Curso de Extensão em Astronomia, na modalidade semipresencial, que será tema do Capítulo 4 desta tese.

A pesquisa realizada teve uma abordagem mista, com um delineamento pré-experimental. De acordo com Creswell (2007), nessa modalidade, o pesquisador estuda um único grupo e faz intervenções durante o experimento. Essa escolha se baseia, entre outras razões, na necessidade de se reunir dados qualitativos e quantitativos no presente estudo, sem a necessidade de um grupo de controle para comparar com o grupo experimental e, assim, responder adequadamente à questão de pesquisa, utilizando-se dos dados qualitativos e quantitativos.

Chizzotti (2010) diferencia pesquisa quantitativa e qualitativa, basicamente pela coleta e análise dos dados:

Quantitativas: preveem a mensuração de variáveis preestabelecidas, procurando verificar e explicar sua influência sobre outras variáveis, mediante a análise da frequência de incidência e de correlações estatísticas. O pesquisador descreve, explica e prediz;

Qualitativas: fundamentam-se em dados coligidos [agrupados] nas interações interpessoais, na coparticipação das situações dos informantes, analisadas a partir da significação que estes dão aos seus atos. O pesquisador participa, compreende e interpreta. (CHIZZOTTI, 2010, p. 52).

A aplicação da estratégia de investigação do método misto na presente pesquisa foi realizada concebendo igual prioridade para os dados qualitativos e quantitativos, cuja integração se deu na coleta, que foi realizada concomitantemente (CRESWELL, 2007).

A metodologia mista é mais adequada quando se necessita analisar dados quantitativos e qualitativos. Ela possui uma base racionalista, que é uma característica das abordagens quantitativas. Possui também uma base naturalista, característica das abordagens qualitativas. Quanto à coleta de dados, podem ser utilizados questionários fechados, instrumentos da metodologia quantitativa, assim como questionários abertos, entrevistas e observações, que são instrumentos da pesquisa qualitativa. Em relação ao tratamento dos dados, podem ser utilizados os métodos quantitativos, que se baseiam na estatística descritiva e inferencial, bem como a análise de conteúdo, que é uma característica da pesquisa qualitativa.

Quanto à coleta de dados, utilizou-se a estratégia incorporada concomitante. De acordo com Creswell (2007):

[...] a estratégia incorporada concomitante dos métodos mistos pode ser identificada por seu uso de uma fase de coletas de dados, durante a qual são coletados, ao mesmo tempo, os dados quantitativos e qualitativos [...] uma abordagem incorporada concomitante tem um método principal que guia o projeto e um banco de dados secundário o qual desempenha um papel de apoio nos procedimentos. Recebendo menos prioridade, o método secundário (quantitativo ou qualitativo), é incorporado, ou abrigado, dentro do método predominante (qualitativo ou quantitativo). Essa incorporação pode significar que o método secundário lida com uma questão diferente daquela do método primário [...] ou busca informações em um nível diferente de análise [...]. Os dados também podem não ser comparados, mas permanecer lado a lado, como dois quadros diferentes os quais proporcionam uma avaliação composta do problema. (CRESWELL, 2007, p. 252).

O método adotado como principal foi o método quantitativo. Aplicou-se um questionário inicial, seguido de intervenções, e um questionário final, como mostra o esquema da Figura 1, ambos com vinte questões cada.

Questionário inicial ——— Intervenções ——— Questionário final

Figura 1 – Diagrama do procedimento pré-experimental em um grupo com pré-curso e pós-curso

Fonte: Creswell (2007, p. 175), adaptado.

Já na utilização do método secundário, qualitativo, foram analisadas as questões abertas dos questionários, a participação dos alunos no AVA e nos encontros presenciais.

2.2 Instrumentos de coleta de dados

Utilizou-se uma variedade de instrumentos para a coleta de dados, dentre eles pode-se citar: análise de documentos; observação da participação dos alunos nas oficinas presenciais; registros das interações nos fóruns do *Moodle* (MOODLE, 2014); entre outros e questionários, conforme descrito a seguir.

2.2.1 Análise de documentos

Com o objetivo de conhecer os temas de Astronomia que constam nos documentos oficiais brasileiros e, desse modo, subsidiar o planejamento e elaboração do Curso de Extensão em Astronomia descrito no Capítulo 4, realizou-se a análise documental, que, de acordo com Ludwig (2012), é um recurso que permite

identificar informações em documentos a partir de questões anteriormente estabelecidas.

As vantagens dessa técnica, segundo Gil (2008), são: **(i)** possibilita o conhecimento do passado; **(ii)** possibilita a investigação dos processos de mudança social e cultural; **(iii)** permite a obtenção de dados com menor custo; e **(iv)** favorece a obtenção de dados sem o constrangimento dos sujeitos.

Foram analisados os seguintes documentos: Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998b, 1998c, 1999, 2006a, 2006b); Proposta Curricular do Estado de Minas Gerais de Ciências do Ensino Fundamental (MINAS GERAIS, 2007a) e de Física do Ensino Médio (MINAS GERAIS, 2007b); Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Ciências Biológicas (IFNMG, 2010a); PPC de Matemática (IFNMG, 2010b) e o PPC de Física (IFNMG, 2010c)

2.2.2 Observação

A observação foi realizada nos encontros presenciais e nas interações dos alunos no ambiente virtual de aprendizagem *Moodle* (MOODLE, 2014). Segundo Ludwig (2012), essa observação pode ser entendida como o contato direto e indireto do pesquisador com o objeto pesquisado e permite captar as perspectivas dos sujeitos investigados. A principal vantagem dessa técnica, de acordo com Gil (2008), é a de reduzir a subjetividade, uma vez que os acontecimentos de interesse do pesquisador são percebidos diretamente, sem intermediários.

2.2.3 Questionários

O questionário é um recurso muito usado para se obter informações e consta de uma série de questões, previamente elaboradas sobre o problema a ser pesquisado, a serem respondidas pelos sujeitos da pesquisa (GIL, 2008; CHIZZOTI, 2010). O pesquisador, ao elaborá-lo, deve se preocupar com o tamanho, o conteúdo e a clareza da apresentação das questões para estimular o informante a responder.

Na presente pesquisa, aplicou-se um questionário inicial (Apêndice A) com vinte e cinco questões, distribuídas em quatro seções: a primeira, com sete

questões, objetivou fazer um levantamento do perfil dos participantes da pesquisa; a segunda, também com sete questões, buscou levantar dados quanto ao uso e à prática das tecnologias digitais; a terceira, com quatro questões, permitiu ao aluno refletir e se autoavaliar quanto aos seus conhecimentos sobre o tema Astronomia; e a quarta e última seção, com sete questões, buscou fazer um levantamento do conhecimento dos participantes sobre alguns conceitos relacionados à Astronomia.

Nesse questionário inicial, as questões relacionadas aos temas de Astronomia tiveram o objetivo de delinear o levantamento de conhecimentos prévios, que juntamente com as questões relacionadas ao perfil dos sujeitos da pesquisa, permitiram planejar, elaborar e aplicar o Curso de Extensão em Astronomia, descrito no Capítulo 4, de forma a atender todos os alunos.

O questionário final (Apêndice B) também contou com vinte e cinco questões, distintas em relação ao questionário inicial, e foi organizado em duas seções: a primeira com dez questões relacionadas à parte pedagógica do Curso de Extensão em Astronomia e ao AVA, e a segunda com quinze questões relacionadas a conceitos de Astronomia.

Durante a análise dos dados, foram notadas algumas incoerências, sendo que se fez necessário realizar alguns ajustes e exclusão de questões. O Quadro 1 mostra as questões excluídas e os respectivos motivos pelos quais as mesmas foram desconsideradas da análise dos dados.

Questionário	Questões	Justificativa
Inicial	10	Desconsideradas da análise dos dados, pois as contribuições dadas à pesquisa foram irrelevantes.
	11	
	19F	Desconsiderada da análise dos dados, pois se notou claramente, de acordo com as respostas obtidas que a questão gerou interpretação duvidosa, comprometendo assim, o resultado encontrado.
	24	Desconsideradas da análise dos dados, pois as respostas dadas pelos alunos foram muito subjetivas, dificultando assim a análise e interpretação dos dados.
	25	
Final	11F	Desconsiderada da análise dos dados, pois se notou claramente, de acordo com as respostas obtidas que a questão gerou interpretação duvidosa, comprometendo assim, o resultado encontrado.
	16	Desconsideradas da análise dos dados, pois as respostas dadas pelos alunos foram muito subjetivas, dificultando assim a análise e interpretação dos dados.
	17	
	21	
	22	
	25	

Quadro 1 – Questões excluídas da análise dos dados

Fonte: Dados da pesquisa.

Das questões relacionadas à Astronomia contidas no segundo questionário, e analisadas, cinco² eram iguais às questões do questionário inicial e serviram para efeito de comparação do nível de respostas antes e após a realização do curso de extensão.

Ambos os questionários contaram com questões abertas e fechadas e que envolviam a escala de Likert (LIKERT, 1932), que é de caráter ordinal (um a cinco) e utilizada quando se quer saber a opinião dos entrevistados, evitando assim respostas puramente negativas ou afirmativas.

2.3 Critérios para Análise e Interpretação dos Dados

A análise e interpretação se deram de forma diferenciada para os dados quantitativos e qualitativos, tendo em vista que se utilizou o método misto na pesquisa.

2.3.1 Dados quantitativos

De acordo com Chizzotti (2010), a análise dos dados quantitativos consiste em quantificar os eventos e posteriormente submetê-los a classificação, mensuração e análise, tendo como objetivo explicar o assunto ou tema abordado na pesquisa.

Os dados quantitativos coletados na presente pesquisa foram tabulados com a ajuda de uma planilha eletrônica de cálculo, e posteriormente apresentados em forma de gráficos de barras, colunas e setores. Eventualmente, os dados também foram analisados por meio da estatística descritiva e inferencial, conforme Martins (2011) e Triola (2013).

2.3.2 Dados qualitativos

Chizzotti (2010) afirma que os dados qualitativos não são coisas ou fatos isolados, captados em um único momento de observação. São dinâmicos, e todos

² Dessas cinco questões, uma foi subdividida em doze itens analisados, portanto pode-se considerar que são dezesseis questões comuns aos dois questionários: inicial e final.

os fenômenos são igualmente importantes e preciosos, assim como os sujeitos da pesquisa possuem igual prioridade e são únicos no estudo.

Os dados qualitativos foram coletados por meio da análise de documentos, de observações realizadas nos encontros presenciais, pela participação e interação dos alunos no AVA *Moodle* (MOODLE, 2014) e através das questões abertas que constavam nos questionários inicial e final. Para a análise dos dados, utilizou-se a análise de conteúdo (BARDIN, 2011).

2.3.3 Análise de conteúdo

A análise de conteúdo (BARDIN, 2011) é um processo de tratamento e análise de dados qualitativos em que se busca encontrar convergências e incidências de palavras e frases. A análise de conteúdo segundo a mesma autora é:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (BARDIN, 2011, p. 48).

Bardin (2011) divide a análise de conteúdo em três etapas, a saber: **(i)** pré-análise; **(ii)** exploração do material e tratamento dos resultados; e **(iii)** inferência e interpretação. A fase de pré-análise tem por finalidade a escolha dos documentos a serem analisados, a formulação das hipóteses e dos objetivos e a elaboração de indicadores. A segunda fase, que é a exploração do material, consiste essencialmente em operações de codificação, decomposição ou enumeração em função das categorias estabelecidas previamente. Por fim, na última etapa, busca-se dar um tratamento aos dados obtidos de forma que eles sejam significativos. Nessa fase, utilizam-se operações estatísticas simples (porcentagens) ou mais complexas, as quais permitem a apresentação dos dados em gráficos e tabelas.

2.4 Os participantes da pesquisa

A pesquisa foi realizada no IFNMG, Campus Januária, que possui sete cursos superiores em funcionamento, sendo três de licenciatura, três de bacharelado e um curso superior de tecnologia (tecnológico). Em 2012, ano em que a pesquisa foi realizada, as licenciaturas contavam com 403 matrículas, sendo 105 em Ciências

Biológicas, 122 em Física e 176 em Matemática. Januária é um município localizado na região do médio São Francisco, no extremo Norte de Minas Gerais. Contava com uma população de 65.463 habitantes, no censo de 2010, de acordo com os últimos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (IBGE, 2013).

2.4.1 A amostra

A intenção de se realizar a coleta de dados por meio de um Curso de Extensão em Astronomia teve o intuito de contribuir para a formação inicial dos alunos das licenciaturas do IFNMG em uma área que sabidamente é carente de recursos de formação e, ao mesmo tempo, de realizar a pesquisa.

O curso, que será descrito com mais detalhes no Capítulo 4, foi oferecido na modalidade semipresencial, no período de 28 de abril de 2012 a 05 de agosto de 2012, em quatorze semanas e dez encontros presenciais, como mostra o Quadro 2.

Carga horária das atividades	Total
Virtuais: 14 semanas x 5 horas	70 horas
Presenciais: 10 encontros x 3 horas	30 horas
Carga horária total	100 horas

Quadro 2 – Carga horária do Curso de Extensão em Astronomia

Fonte: Dados da pesquisa.

Os alunos foram convidados a participar de forma espontânea. Foi esclarecido que se tratava de uma pesquisa de doutorado e que eles poderiam participar voluntariamente do projeto. A única exigência era ser aluno de qualquer curso das licenciaturas. Não houve exigência de pré-requisitos. Salientou-se ainda a necessidade de se ter acesso à *internet*, tendo em vista que o curso seria ministrado na modalidade semipresencial, utilizando a plataforma *Moodle* (MOODLE, 2014). Neste sentido, a amostra foi realizada pelo processo não aleatório, convenientemente selecionado, pois:

Em muitos experimentos, porém, só é possível uma amostragem de conveniência, pois o investigador precisa usar grupos formados naturalmente (por exemplo, uma sala de aula, uma organização, uma unidade familiar) ou voluntários, como participantes de um estudo. (CRESWELL, 2007, p. 171).

Inicialmente divulgou-se o curso (Apêndice C). As inscrições (Apêndice D) foram realizadas pessoalmente e por *e-mail*. O curso foi então planejado e teve início com quarenta participantes dos diversos períodos das licenciaturas, como mostra o Quadro 3, que demonstraram interesse em realizar o curso.

Curso	Período	Alunos			
		Desistentes		Concluintes	
Ciências Biológicas	3º período	3	3	5	14
	4º período	-		9	
Física	1º período	2	2	1	13
	3º período	-		4	
	5º período	-		1	
	6º período	-		3	
	7º período	-		4	
Matemática	5º período	3	3	3	5
	7º período	-		2	
Subtotal		8		32	
Total		40			

Quadro 3 – Alunos do Curso de Extensão em Astronomia por período

Fonte: Dados da pesquisa.

Os alunos que não realizaram as atividades no *Moodle* (MOODLE, 2014), ou não frequentaram os encontros presenciais, foram considerados desistentes e descartados da análise dos dados, sendo oito ao todo. O índice de evasão de 20,0% no Curso de Extensão em Astronomia discutido nesta tese pode ser considerado razoável para cursos nesta modalidade.

O Quadro 4 apresenta os principais motivos para a desistência dos alunos, que são: quatro alunos desistiram do curso de extensão porque desistiram do curso de graduação, dois desistiram do curso de extensão por motivos profissionais, um mudou para curso de bacharelado e não se interessou mais pelo curso de extensão, e outro aluno não conseguiu conciliar as atividades do curso de extensão com a iniciação científica.

A amostra da pesquisa foi constituída, então, pelos trinta e dois alunos concluintes do curso, provenientes dos diversos períodos das licenciaturas do

IFNMG, sendo quatorze de Ciências Biológicas, treze de Física e cinco de Matemática.

Aluno	Época da desistência	Curso	Motivo da desistência
D1	Semana II	Ciências Biológicas	Não conseguiu conciliar o trabalho com a graduação e o curso de extensão.
D2	Semana X		Começou a trabalhar e não conseguiu conciliar a graduação com o trabalho e o curso de extensão.
D3	Semana X		Desistiu do curso de graduação.
D4	Semana II	Física	Desistiu do curso de graduação.
D5	Semana IV		Transferiu para outro curso.
D6	Semana II	Matemática	Começou a participar de projeto de iniciação científica e não conseguiu conciliar as atividades.
D7	Semana II		Desistiu do curso de graduação.
D8	Semana II		Desistiu do curso de graduação.

Quadro 4 – Principais motivos para a desistência dos alunos do Curso de Extensão em Astronomia

Fonte: Dados da pesquisa.

2.5 Pluralismo Metodológico

Na elaboração das atividades do Curso de Extensão em Astronomia, ministrado pelo autor desta tese, foram levadas em conta as ideias do pluralismo metodológico, defendido por Laburu, Arruda e Nardi (2003), pois não basta apenas escolher os conteúdos, sendo necessário criar estratégias para que as situações de ensino e aprendizagem ocorram da melhor forma possível. Isso favorece o processo de transposição didática, neste caso, dos conteúdos de Astronomia, contribuindo para que os futuros professores venham adquirir a autonomia docente necessária para lecionar temas relacionados à Astronomia.

O pluralismo metodológico apoia a ideia desta pesquisa, pois propõe a utilização de diferentes estratégias de ensino, como ocorreu no curso de extensão. Todo processo de ensino e aprendizagem é complexo, variável com o tempo, envolve múltiplos saberes e não é trivial, pois os alunos trazem consigo muitas concepções construídas previamente e possuem diferenças individuais, quanto ao estilo e motivações de aprender, como afirmam Laburu e Carvalho (2001). Dessa forma, Laburu, Arruda e Nardi (2003) defendem uma proposta metodológica pluralista para a educação científica, argumentando que “todos os modelos e

metodologias, inclusive as mais óbvias, têm vantagens e restrições” (LABURU; ARRUDA; NARDI, 2003, p. 251).

Laburu, Arruda e Nardi (2003) afirmam que cada aluno possui seu ritmo de aprender e motivações diferenciadas, portanto um único estilo didático atenderia apenas alguns alunos, sendo, portanto, questionável sua utilização. A única solução para esse problema seria o uso de estratégias variadas.

Carvalho (2005) salienta que uma proposta pluralista deve favorecer a leitura, investigações, questionamentos, discussões, debates e outras formas que viabilizem a aprendizagem. Nesse sentido, foram utilizados no curso de extensão vários materiais, tais como: vídeos, textos, atividades manipulativas, maquetes, simulações, observações noturnas. Com efeito, “[...] quanto mais variado e rico for o meio intelectual, metodológico ou didático fornecido pelo professor, maiores condições ele terá de desenvolver uma aprendizagem significativa de seus alunos.” (LABURU; ARRUDA; NARDI, 2003, p. 258).

2.6 Momentos Pedagógicos

Todas as atividades propostas nos Roteiros de Aprendizagem do Curso de Extensão em Astronomia foram elaboradas de acordo com os momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1994; 2003), que propõem uma abordagem metodológica que consiste em dividir a atividade educativa em três momentos pedagógicos, a saber:

2.6.1 Primeiro momento pedagógico: problematização inicial

O primeiro momento pedagógico se caracteriza pelo entendimento do conteúdo a ser estudado pelos alunos. O professor possui papel preponderante nas discussões, devendo agir mais como questionador e instigador sobre o assunto do que como provedor de respostas e explicações. Nesse primeiro momento pedagógico:

São apresentadas questões e/ou situações para discussão com os alunos. Mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem

interpretar completamente ou corretamente, porque provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994, p. 54; 2003, p. 31).

No decorrer do Curso de Extensão em Astronomia, iniciava-se cada discussão propondo questões e/ou situações problemas capazes de estabelecer relações entre o cotidiano dos alunos e o conteúdo de Astronomia que se desejava desenvolver. Em seguida, apresentavam-se sugestões de atividades a serem desenvolvidas por meio de questões instigadoras em forma de pequenos desafios. Para resolver as questões, os alunos deveriam interagir com os seus colegas nos fóruns de discussões disponibilizados no AVA, e/ou nas simulações e *softwares* disponíveis.

2.6.2 Segundo momento pedagógico: organização do conhecimento

Na organização do conhecimento, considerando a orientação metodológica, podem ser utilizadas as mais variadas estratégias, de tal forma que os estudantes se apropriem do conhecimento científico (conceitos, definições, leis, relações, entre outras) e possam ser capazes de responder às questões estabelecidas na problematização inicial.

Neste momento pedagógico “o conhecimento em Ciências Naturais necessário para a compreensão do tema e da problematização inicial será sistematicamente estudado sob orientação do professor.” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994, p. 55).

No Curso de Extensão em Astronomia, este momento pedagógico foi contemplado por meio dos textos de aprofundamento, vídeos, simulações e demais materiais disponibilizados no curso, que proporcionaram momentos de discussão.

2.6.3 Terceiro momento pedagógico: aplicação do conhecimento

Este momento pedagógico:

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994, p. 55; 2003, p. 31).

Os três momentos pedagógicos criam oportunidades de espaço para o trabalho colaborativo, para o surgimento de conflitos/confrontos de ideias, bem como para a busca de soluções dos mesmos com vistas à (re)construção de saberes sistematizados pelos alunos. Segundo Delizoicov e Angotti (1994):

Num primeiro momento o aluno está com a palavra; ou seja, o professor ouve o que o aluno tem a dizer sobre o assunto: tanto sua maneira de entender o conteúdo, como também a sua experiência de vida. Um segundo momento no qual, a partir da colocação dos alunos através de atividades, o professor ensina um conteúdo novo à classe. Um terceiro momento, no qual o aluno é estimulado a aplicar este conhecimento a uma situação nova, ou a explicá-lo com suas próprias palavras, ou elaborar um trabalho qualquer, retrabalhando o que aprendeu, apropriando-se do conhecimento adquirido. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1994, p. 128).

Para contemplar este momento no Curso de Extensão em Astronomia, foram apresentadas atividades práticas. Sugeriram-se ainda atividades de pesquisa, nas quais o aluno aplicou o conhecimento adquirido e simulações por meio do *software Stellarium* (STELLARIUM, 2014), bem como outras simulações disponíveis na *internet* e descritas no Capítulo 4.

O próximo capítulo trata do referencial teórico que fundamentou o estudo realizado na pesquisa.

CAPÍTULO 3 – REFERENCIAL TEÓRICO

A escola não mudou o suficiente para a criança de hoje. Tem-se uma criança nova numa escola velha (um professor do secundário). (TARDIF e LESSARD, 2012, p. 111).

Este capítulo apresenta o referencial teórico utilizado como base para a execução deste trabalho e trata dos seguintes temas: **(i)** formação inicial e continuada de professores; **(ii)** formação de professores para o Ensino de Astronomia; **(iii)** alguns pressupostos de aprendizagem significativa e aprendizagem colaborativa; **(iv)** tecnologias digitais na formação inicial de professores; **(v)** possibilidades e limitações do uso das tecnologias digitais no ensino; **(vi)** os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) no ensino; e **(vii)** o *Stellarium* no Ensino de Astronomia.

3.1 Formação Inicial E Continuada De Professores

Nesta seção apresenta-se a definição dos termos formação inicial e continuada, bem como as fases dessa formação e sua influência na carreira docente.

O ser humano, desde o nascimento, está em constante processo de aprendizagem, por isso a formação não pode ser considerada como um processo com início, meio e fim. Assim, o significado do termo formação inicial e continuada deve ser repensado. Costuma-se dizer que ao terminar um curso de graduação o indivíduo está formado. Ledo engano; a formação não consiste apenas na obtenção de um novo título, pois, a priori, pode-se dizer que todo ser pensante está constantemente em processo de formação e aprendizagem.

Nesse sentido, é de fundamental importância compreender que a formação do professor começa antes mesmo de sua formação acadêmica e prossegue durante toda a sua atividade profissional (SANTOS, 1991). Conforme salienta Celani (1988), o professor, assim como qualquer profissional que se preze, é um eterno aprendiz. Santos (1991) afirma que o futuro docente possui em sua memória imagens da escola e sabe a função do professor mesmo antes de iniciar o curso de

formação. Isso advém dos vários anos de convívio escolar. Pode-se dizer assim que a formação obtida no curso superior é transitória na vida profissional de um professor, visto que sua formação iniciou-se bem antes de entrar na graduação e continuará durante toda a sua vida.

A temática sobre formação inicial e continuada de professores vem sendo discutida há muito tempo, estando presente em todos os debates relacionados a reformas curriculares empreendidas pelos sistemas de ensino ao longo dos tempos, sendo lei no Brasil. A LDBEN 9394/1996 (BRASIL, 1996), e suas emendas e leis complementares, prevê a formação inicial, capacitação em serviço, aperfeiçoamento profissional continuado, sendo de responsabilidade da união, estados e municípios. Desde a entrada em vigor da atual LDBEN, implantaram-se no Brasil várias reformas nos cursos de licenciaturas, no entanto, há de se concordar com Libâneo (2011) ao afirmar que não há reforma educacional, não existem propostas pedagógicas sem professores, já que eles são os profissionais diretamente envolvidos nos processos e resultados da aprendizagem escolar, ou seja, não bastam apenas reformas, é preciso investir no professor.

A elaboração e implantação das diretrizes curriculares nacionais para os cursos de graduação, conduzidas pela Secretaria de Educação Superior (SESU), do Ministério da Educação (MEC), consolidaram a direção da formação para três categorias de carreiras: Bacharelado, Licenciatura e Tecnólogos. Nesse sentido, a Licenciatura ganhou, como determina a nova legislação, terminalidade e integralidade próprias em relação ao Bacharelado, constituindo-se em um projeto específico. Isso exige a definição de currículos próprios da Licenciatura, que devem ser diferentes daqueles do Bacharelado.

Diferente do que se tem feito, o processo de formação continuada deve ser realizado preferencialmente na escola onde o professor leciona, tendo como referência fundamental o saber docente, o reconhecimento e a valorização deste saber, pois:

[...] na experiência dos professores, o dia-a-dia na escola é um locus de formação. Nesse cotidiano ele aprende, desaprende, reestrutura o aprendido, faz descobertas e, portanto, é nesse locus que muitas vezes ele vai aprimorando sua formação. (CANDAUI, 2007, p. 144).

A escola que a sociedade precisa de acordo com Libâneo (2011) é aquela que permite a todos, sem distinção, uma formação integral, incluindo aí uma formação cultural e científica, voltada para a vida pessoal, profissional e cidadã, possibilitando ainda uma relação crítica e construtiva com a cultura em suas várias manifestações, a saber: “a cultura provida pela ciência, pela técnica, pela estética, pela ética, bem como pela cultura paralela (meios de comunicação de massa) e pela cultura cotidiana.” (LIBÂNEO, 2011, p. 10).

Cabe às instituições de ensino superior oferecer programas de formação inicial e continuada, pois de acordo com Libâneo (2011), os programas de formação continuada em serviço são insuficientes, inadequados e não motivam os professores, fazendo com que as mudanças na sala de aula sejam irrelevantes.

As universidades brasileiras, principalmente no setor público, não possuem uma política definida em relação à formação de professores para o Ensino Fundamental e Médio e não assumiram esse papel. Segundo Menezes (1986):

[...] a universidade tem aceitado formar professores como espécie de tarifa que ela paga para poder “fazer ciência em paz”. A universidade tem que assumir a formação do professor como tarefa, como uma de suas tarefas centrais. (MENEZES, 1986, p.120).

Além disso, existe o fato de a maioria das instituições públicas priorizarem o trabalho de pesquisa, deixando de lado e, às vezes, até denegrindo o professor universitário que se dedique decentemente à docência.

Durante a realização desta pesquisa, notou-se que o desinteresse pelas licenciaturas é generalizado. Pereira (2007) e Libâneo (2011) afirmam que os professores são mal preparados, com um nível de cultura extremamente baixo e não possuem as competências pessoais e profissionais mínimas para enfrentar as mudanças gerais que estão ocorrendo na sociedade contemporânea. Ciente da realidade em que se encontram as licenciaturas, esta tese de doutorado pretende contribuir para a mudança de postura dos acadêmicos das licenciaturas do IFNMG em relação aos conhecimentos científicos associados ao ensino e aprendizagem de temas de Astronomia.

Nesse sentido, corrobora-se o pensamento de Pereira (2007) que afirma que os desafios necessários para a melhoria dos cursos de licenciatura vão muito além

das reformas curriculares, mudanças nas ementas, nomes e carga horária das disciplinas, ou mesmo na concepção de formação de professores que se tem hoje nas instituições que os formam. Faz-se necessária uma política governamental voltada para a formação e valorização dos professores.

3.1.1 A formação do professor pesquisador

No modelo atual, as universidades públicas privilegiam a pesquisa e a pós-graduação, deixando em segundo plano os cursos de graduação e, especialmente, as licenciaturas. Esse fato esclarece a enorme distância que existe entre as universidades e as escolas de educação básica, para as quais aquelas deveriam se preocupar em formar professores.

Nos dias atuais, há a necessidade de se formar o professor pesquisador, ou seja, aquele profissional reflexivo, questionador, investigador, que alia o ensino à pesquisa, articula teoria e prática pedagógica, pois este fato estimula a reflexão na ação, tornando o professor um pesquisador na prática. No Brasil, a separação entre ensino e pesquisa nas universidades e a valorização da pesquisa em detrimento do ensino têm trazido sérios prejuízos à formação de professores. Nesse sentido, Candau (2007) salienta que:

É importante que sejam estimuladas as iniciativas dos pesquisadores da área de educação no sentido de aproximação, reconhecimento, valorização e incorporação dos saberes docentes, principalmente dos saberes da experiência. Ainda são pouco numerosos os trabalhos nessa linha. Em geral, nós, professores universitários, temos bastante resistência em reconhecer e valorizar o saber do professor e fazer esse saber interagir com o saber acadêmico. (CANDAU, 2007, p. 147).

Libâneo (2011) afirma que cabe à escola reduzir a enorme distância existente entre a ciência, que a cada dia está mais complexa, e os conhecimentos socialmente produzidos. A escola deve também colaborar para que os alunos se tornem sujeitos pensantes, capazes de construir conhecimentos novos e desenvolver uma compreensão crítica da realidade.

De acordo com Lüdke (1994), a formação do professor não é valorizada e nem mesmo recebe incentivos. Isso pode acarretar inconvenientes àqueles que a ela se dedicam, uma vez que os afastam da pesquisa, que é considerada uma atividade nobre nas instituições de ensino superior. Lüdke (1994) afirma ainda que:

[...] no primeiro escalão se situam os professores cujas atividades predominantes são as de cunho científico e de pesquisa; no segundo estão os que desempenham tanto atividades de pesquisa como atividades de ensino; no terceiro, finalmente estão confinados aqueles professores cujas atividades se concentram no ensino e na formação de professores. (LÜDKE, 1994, p. 7).

As pesquisas em Didática das Ciências têm contribuído e muito para se conhecer como ocorre o processo de ensino e aprendizagem. Os cursos de formação de professores carecem de atividades investigativas, fato que faz crescer a barreira existente entre pesquisadores e professores, ou seja, entre as pesquisas educacionais e sua aplicação na prática. Libâneo (2011) salienta que esse fato se torna evidente quando as pesquisas são apresentadas aos professores. Neste sentido, o Curso de Extensão em Astronomia promovido pelo autor desta tese, utilizando metodologias ancoradas em uma aprendizagem com foco na investigação, irá contribuir para que o professor desenvolva de maneira mais eficaz a sua prática pedagógica no processo de ensino e aprendizagem.

3.2 Formação De Professores para o Ensino de Astronomia

A Astronomia tem fascinado e exercido influência em várias gerações. Diversos equipamentos tecnológicos foram desenvolvidos a partir de descobertas astronômicas. Tendo em vista a relevância e importância de se ensinar Astronomia nas escolas, esta seção se dedica a discutir a formação de professores para o Ensino de Astronomia.

Langhi e Nardi (2009) definem os espaços onde ocorre o Ensino de Astronomia em formais, informais e não formais. O ensino formal, de acordo com esses autores, acontece preferencialmente em estabelecimentos de ensino regulares, envolvendo atividades planejadas e didaticamente estruturadas, nos níveis fundamental, médio, superior, pós-graduação e nos cursos de formação continuada, como o Curso de Extensão proposto nesta tese de doutorado.

O ensino não formal de acordo com Langhi e Nardi (2009) ocorre fora do ambiente escolar e é promovido por instituições com objetivos pré-determinados, tais como: museus de Astronomia, observatórios astronômicos e clubes de astrônomos amadores, que oferecem atividades planejadas e didaticamente estruturadas.

Por último, Langhi e Nardi (2009) afirmam que, embora não haja consenso entre ensino não formal e informal, pode-se dizer que este último não possui intencionalidade nem é institucionalizado, podendo ocorrer há qualquer momento, nas interações do dia a dia, com familiares, colegas e conversas ocasionais. Como exemplo, pode-se citar uma observação do céu noturno acompanhado de amigos.

3.2.1 O ensino de astronomia no Brasil

A Astronomia, que faz parte do currículo da educação básica, desperta a curiosidade dos alunos, permite uma abordagem interdisciplinar de diversos conteúdos de cunho científico, e é objeto de estudo de vários pesquisadores brasileiros da área de Ensino de Ciências, que visam à melhoria do processo de ensino e aprendizagem. O problema ocorre quando se verifica que os professores não estão preparados para ensinar tópicos relacionados à Astronomia, conforme indicam várias pesquisas (PUZZO, 2005; LEITE, 2006; FARIA; VOELZKE, 2008; LANGHI, 2009; AROCA; SILVA, 2011; GONZAGA; VOELZKE, 2011). Isso ocorre porque os professores da educação básica em sua maioria não tiveram contato com o tema em sua formação inicial e continuada. Muitos desses professores usam termos inadequados e concebem o Universo e seus constituintes de forma equivocada, fora da realidade, além de utilizarem modelos que não são aceitos pela comunidade científica.

A Astronomia é uma das Ciências mais antigas, sendo que sua origem remonta aos povos pré-históricos e está intimamente ligada às observações da natureza e às necessidades de sobrevivência e evolução da humanidade. Fatos como escolher a época mais apropriada para o plantio e a colheita, para a realização da pesca e da caça, das festas comemorativas do início das estações do ano são provas contundentes de que a observação do céu sempre esteve presente entre os seres humanos (AROCA; SILVA, 2011). Todos os calendários desenvolvidos pelas principais civilizações basearam-se na observação sistemática do céu e da variação do clima, que ocorre anualmente (DIAS; PIASSI, 2007). Esta fascinação pela Astronomia ainda se encontra presente entre crianças, jovens e adultos do Brasil e de todo o mundo.

Embora ocorra todo esse fascínio pelo Universo, os temas de Astronomia são tratados superficialmente na educação básica, ou às vezes de forma errônea, como afirmam várias pesquisas (LEITE; HOSSOUME, 2005; LEITE, 2006; LEITE; HOSSOUME, 2007; AROCA, 2009). Vários exemplos de erros grosseiros que se propagam na mídia e até mesmo nos livros didáticos podem ser citados, como por exemplo: afirmar que a órbita da Terra difere substancialmente de uma circunferência, e que a variação da distância Terra-Sol influencia consideravelmente na variação climática anual, o que é corroborado pela representação inadequada da trajetória da Terra em torno do Sol nos livros didáticos. Dias e Piassi (2007) afirmam que mesmo aceitando que essa variação de distância não explica a variação climática anual, visto que é causada pela inclinação do eixo imaginário de rotação da Terra em relação ao seu plano orbital, vários alunos e professores ainda questionam se a variação da distância Terra-Sol não causa efeitos sobre o clima da Terra.

Até mesmo entre professores persistem as concepções alternativas, semelhantes às diagnosticadas em estudantes, conforme afirmam Langhi e Nardi (2005). “Um dos motivos para isso é que os professores baseiam-se principalmente no livro didático, que trata a Astronomia de forma restrita e incompleta” (AROCA; SILVA, 2011, p. 1). Alia-se a isso o fato de que vários livros didáticos são mal elaborados, contêm erros conceituais, as ilustrações são distorcidas da realidade observacional (BOCZKO, 1998; LANGHI; NARDI, 2005; LEITE; HOSSOUME, 2005), dificultando sobremaneira o entendimento dos alunos e até mesmo dos professores, que veem neste instrumento a única fonte de informações, pois:

Quando se preconiza no Ensino de Ciências levar os alunos a questionar e estabelecer relações entre fenômenos, ao invés de apenas memorizar fatos, essa questão se torna de suma relevância. No entanto os livros didáticos não dão subsídios a esta questão nem a outras que advêm delas. (DIAS; PIASSI, 2007, p. 326).

Assim, percebe-se que o professor que atua na educação básica deve estar preparado para trabalhar com temas relacionados à Astronomia e identificar os erros conceituais presentes nos livros didáticos, bem como orientar os alunos a formarem os conceitos fundamentados cientificamente (ANDRADE; SILVA; ARAÚJO, 2009).

De acordo com Langhi e Nardi (2007a), entre os vários problemas enfrentados pelos professores brasileiros ao ensinar Astronomia, destacam-se: carência de material didático; erros conceituais presentes nos livros didáticos;

persistência de concepções alternativas em alunos e professores; formação deficiente em relação à área específica, bem como em metodologia de ensino, dentre outros.

O movimento das pesquisas sobre concepções alternativas ou concepções espontâneas (CACHAPUZ et al., 2005), que foi bastante abordado na década de 1990, produziu um número relevante de pesquisas e apontou vários caminhos a serem seguidos pela comunidade acadêmica (LANGHI, 2011a). Em Astronomia, as concepções alternativas parecem persistir, conforme afirmam Langhi e Nardi (2010). Os resultados apontados por essas pesquisas causaram preocupação em relação ao Ensino de Astronomia, visto que não existe uma política pública eficiente voltada para a formação de professores de Ciências e, sua consequente alfabetização científica, causando assim a baixa qualidade no Ensino de Astronomia (PINTO; FONSECA; VIANA, 2007).

O Ensino de Astronomia no Brasil passou por várias mudanças, sendo que, de acordo com Bretones (1999) e com Bello (2001), seu início se deu com a chegada dos Jesuítas em 1549, por influência de vários professores que a praticavam, mesmo não fazendo parte do currículo. Os Jesuítas, além da moral, dos costumes e da religiosidade europeia, trouxeram também os métodos pedagógicos. Bello (2001) afirma que esta situação foi modificada pela expulsão dos Jesuítas em 1759, pelo marquês de Pombal. Assim, o Ensino de Astronomia praticamente desapareceu, voltando a configurar oficialmente somente em 1810, como afirma Campos (1995), com a criação da Academia Real Militar, que era responsável pelo Ensino de Matemática e Ciências. Já em 1814, como ressaltam Moraes (1984) e Carolino (2012), foi publicado no Brasil o primeiro livro texto sobre Astronomia, para o uso dos alunos da Academia Real Militar, de autoria de Manoel Ferreira de Araújo Guimarães³, que escreveu e traduziu diversos livros de Matemática e de outras áreas do conhecimento, principalmente para uso nas escolas militares⁴ (SARAIVA, 2011; CAROLINO, 2012).

³ GUIMARÃES, Manoel Ferreira de Araújo. **Elementos de astronomia para uso dos alunos da Academia Real Militar**. Rio de Janeiro: Imprensa Régia, 1814.

⁴ Entre outros livros escritos por Manoel Ferreira de Araújo Guimarães, pode-se citar: GUIMARÃES, Manoel Ferreira de Araújo. **Elementos de Geodésia**. Rio de Janeiro: Imprensa Régia, 1815. Outras

Deve-se ressaltar que, mesmo antes da chegada dos Jesuítas, os nativos que aqui habitavam já tinham e usavam conhecimentos de Astronomia. Esses conhecimentos eram passados de pais para filhos (NEVES; ARGUELLO, 1986).

Em 1827, foi criado o Observatório do Rio de Janeiro, cujo objetivo principal era o ensino voltado aos alunos da escola militar, como afirma o plano nacional de Astronomia:

Após a implementação pontual da Astronomia em solo brasileiro em 1639 no Recife, com o primeiro observatório astronômico das Américas e do Hemisfério Sul, ela se estabelece de forma continuada a partir de 1827 com a fundação do Observatório Nacional por Dom Pedro I, e mais tarde em outras cidades do país. (BRASIL, 2010, p. 10).

Em 1880, foi criado o Imperial Observatório, atual Observatório do Valongo da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Em 1893, surgiram os primeiros cursos regulares de Astronomia do Brasil na Escola Politécnica de São Paulo.

Por volta de 1910, iniciou-se a construção do Observatório Oficial do Estado de São Paulo, que passou a ser administrado a partir de 1927 pela Diretoria do Serviço Meteorológico e Astronômico do Estado de São Paulo. Em 1930, o Observatório Oficial foi anexado à Escola Politécnica, passando a ser denominado de Instituto Astronômico e Geofísico (IAG). Em 1946, o IAG foi incorporado à Universidade de São Paulo (USP), passando a ser um de seus institutos anexos; sendo que em 1972 transformou-se em unidade desta universidade. Criaram-se nesta mesma época os departamentos de Astronomia, Meteorologia e Geofísica. Em 1988, iniciou-se na USP o bacharelado em Física com habilitação em Astronomia (BRETONES, 1999).

De acordo com Campos (1995), o primeiro curso de graduação em Astronomia do Brasil surgiu no Rio de Janeiro em 1958 e foi implantado na Faculdade Nacional de Filosofia, da antiga Universidade do Brasil, que posteriormente passou a ser denominada Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Bretones (1999) afirma que, com a reestruturação da UFRJ em 1967, o curso de Astronomia foi incorporado ao Instituto de Geociências, sendo que o

observatório do Valongo tornou-se uma unidade acadêmica do Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza.

Em 1931, o ensino secundário foi reformulado e a disciplina Cosmografia passou a ter um tratamento específico, sendo exigida para admissão em alguns cursos superiores, tais como Engenharia e Arquitetura. Em 1942, o ensino secundário foi novamente reformulado e as disciplinas de Astronomia e Cosmografia deixaram de ser específicas e passaram a ser parte dos programas de Ciências Naturais, Geografia e Física. Com as reformas seguintes, definidas pela LDBEN 4024 de 20 de dezembro de 1961 (BRASIL, 1963) e LDBEN 5692 de 11 de agosto de 1971 (BRASIL, 1971), alterada pela Lei 7044 de 18 de outubro de 1982 (BRASIL, 1982), a Astronomia passou a constar nos programas curriculares das disciplinas de Ciências e Geografia no Primeiro Grau e de Física do Segundo Grau, atuais Ensino Fundamental e Médio respectivamente (BRETONES, 1999).

A partir da atual LDBEN 9394 de 20 de dezembro de 1996 (BRASIL, 1996), surgiram as DCNEM (BRASIL, 1998a) e os PCN (BRASIL, 1998b, 1998c, 1999, 2006a, 2006b), e a Astronomia passou a fazer parte principalmente do currículo de Ciências no Ensino Fundamental e de Física no Ensino Médio, deixando também de ser uma disciplina específica nos cursos de formação de professores, passando a ser contemplada apenas superficialmente em algumas disciplinas desses cursos.

Langhi e Nardi (2009) afirmam que mesmo em cursos de graduação, como o de Física, as disciplinas relacionadas à Astronomia não configuram como disciplinas obrigatórias. Raramente tais cursos oferecem Astronomia como disciplinas optativas.

Nas séries iniciais do Ensino Fundamental, os professores que lecionam Ciências são formados em Pedagogia, ou até mesmo em Curso Normal de nível médio. Já nas séries finais do Ensino Fundamental, as aulas de Ciências são ministradas por professores formados em Ciências Biológicas. Nos currículos desses cursos não consta o mínimo de conhecimento de Astronomia. Esse fato causa uma situação em que os docentes ao ministrarem as aulas de Ciências se deparam com os conteúdos de Astronomia sem ao menos terem estudado o assunto nos cursos de formação de professores, que deveriam prepará-los. Dessa forma, as aulas de Ciências ou Geografia acabam prescindindo de temas da Astronomia.

O problema persiste quando se verifica que os cursos de formação continuada, que deveriam suprir a defasagem da formação inicial do professor, na maioria das vezes funcionam de forma incipiente, sem relação com a realidade, centrados simplesmente em conteúdos e sem abordar as questões metodológicas, tão necessárias para o processo de ensino e aprendizagem. Esses cursos “Quase sempre deixam também de considerar resultados de pesquisas, por exemplo, sobre o Ensino de Física e Astronomia e sobre a formação e o desenvolvimento profissional de professores, realizadas nas últimas décadas.” (LANGHI, 2011a, p. 3).

Sobre esse aspecto, o Plano Nacional de Astronomia ressalta que:

A Astronomia, assim como a maior parte da ciência produzida no Brasil, é financiada pela sociedade. Precisa do apoio da mesma e deve prestar contas a ela. Portanto, é dever dos astrônomos levarem a população a participar do conhecimento gerado por eles como forma de retorno dos investimentos feitos. Colaborando com entidades responsáveis pela educação formal, os astrônomos deverão criar condições para que os jovens, já no ensino fundamental e médio nas escolas, adquiram conhecimentos básicos em Astronomia. Tais medidas deverão ser complementadas por programas gerais de divulgação pública de Astronomia, principalmente através de planetários e museus de ciência, para toda a população, tirando proveito do grande interesse que a área sempre despertou entre as pessoas. (BRASIL, 2010, p. 6).

As pesquisas em Ensino de Astronomia no Brasil tiveram um aumento considerável, sendo produzido um número relevante de dissertações, teses⁵, artigos científicos e trabalhos apresentados em congressos científicos⁶, tais como: as reuniões da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB), os Encontros Nacionais de Astronomia (ENAST), as reuniões anuais da Associação Brasileira de Planetários (ABP), os Encontros Brasileiros para o Ensino de Astronomia (EBEA), os Encontros Nacionais de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC), os Encontros de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), os Simpósios Nacionais de Ensino de Física (SNEF), os Simpósios Nacionais de Ensino de Astronomia (SNEA), bem como os Encontros Nacionais de Didática e Prática de Ensino (ENDIPE).

⁵ O professor Paulo Sérgio Bretones mantém um banco de teses e dissertações sobre educação em Astronomia no *site* <http://www.btdea.ufscar.br/inicio>, com o objetivo de colaborar para a divulgação da produção acadêmica e conhecer as principais tendências da área.

⁶ O professor Rodolfo Langhi disponibiliza um levantamento de artigos publicados em revistas acadêmicas e trabalhos publicados em anais de eventos e encontros da área que tratam sobre o Ensino de Astronomia no *site* <https://sites.google.com/site/proflanghi/home>, com o objetivo de agilizar futuros trabalhos e estudos sobre educação em Astronomia.

Em 2009, ano em que se comemorou o Ano Internacional de Astronomia (AIA), deu-se início aos Encontros Regionais de Ensino de Astronomia (EREA). Até o mês de setembro de 2014, foram realizados 53 EREA (EREA, 2014), cujo principal objetivo é a formação continuada de professores. Nestes eventos, a escola, representada através de um professor, ganha e aprende a montar um Galileoscópio⁷. Os professores participam de várias oficinas para construção de modelos didáticos, dentre eles a construção de foguetes, assistem a palestras e observam o céu. Os EREA têm dado uma enorme contribuição para a formação docente, pois permitem aos professores adquirir conhecimentos mais sólidos em relação a conteúdos e métodos didáticos para o Ensino de Astronomia.

3.2.2 O ensino de astronomia em Minas Gerais

Minas Gerais sempre esteve na vanguarda em relação ao Ensino de Astronomia no Brasil. O estado conta com importantes observatórios astronômicos e contribuiu para o desenvolvimento de pesquisas na área. De acordo com Nunes (2001), o Ensino de Astronomia em Minas Gerais está intimamente relacionado à implantação do observatório astronômico no início do século XIX na Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), destinado ao ensino de conteúdos astronômicos aos futuros engenheiros da época. O Observatório Astronômico da Escola de Minas (OAEM) é um dos mais antigos observatórios do país. Criado para auxiliar no ensino da disciplina Astronomia e Geodésia, extinta no final da década de setenta, o OAEM possui o acervo mais rico em material didático da América Latina.

O OAEM esteve aberto ao público do final da década de setenta até meados da década de oitenta, sem grande periodicidade. As atividades do OAEM foram intensificadas em 1986, com a aproximação do Cometa Halley (1P/Halley), tendo em vista o interesse do público e a atenção dada pelos meios de comunicação. Atualmente o OAEM desenvolve projetos para atender a comunidade e divulgar a Astronomia em Ouro Preto e seu entorno. O projeto **Astronomia na comunidade**

⁷ O Galileoscópio, nome dado em homenagem a Galileu Galilei é um instrumento óptico, como uma luneta ou telescópio refrator, que possibilita visualizações dos astros celestes. Ele representa uma cópia do instrumento usado por Galileu Galileu há cerca de 400 anos, para descobrir as crateras da Lua, as fases de Vênus, os satélites de Júpiter e os anéis de Saturno.

atende escolas e visitantes nas instalações do OAEM, proporcionando-lhes o contato com o conhecimento científico e astronômico. Já o projeto **Astronomia itinerante** permite o atendimento da comunidade através de palestras e atividades de observação do céu noturno, com o deslocamento dos equipamentos até os bairros e cidades vizinhas.

O Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA) é um instituto de pesquisa subordinado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCT), dedicado à pesquisa em Astronomia, e localiza-se em Itajubá (MG). O LNA mantém em Minas Gerais o Observatório Pico dos Dias (OPD), em funcionamento desde 22 de abril de 1980 e colabora de forma contínua com o desenvolvimento científico e tecnológico do país, conforme salienta o Plano Nacional de Astronomia:

A partir da década de 1970 ocorre um forte desenvolvimento da astrofísica no Brasil, expandindo-se principalmente em grupos nas universidades e institutos de pesquisa. Desde então a comunidade astronômica brasileira tem seguido com bastante sucesso a evolução mundial da ciência e mais recentemente também da tecnologia astronômica. Alguns dos passos importantes nessa direção foram: [...] (iii) a instalação do Observatório no Pico dos Dias (OPD) em 1980, fornecendo pela primeira vez acesso garantido aos astrônomos brasileiros à infra-estrutura observacional óptica competitiva [...]. (BRASIL, 2010, p. 10-11).

Em relação ao ensino e divulgação de Astronomia, o LNA inaugurou em 2011, na sua sede, o Observatório no Telhado (OnT), dedicado ao ensino não formal e à divulgação da Astronomia. O OnT foi aberto ao público no final de 2012 (CAPRISTANO; OLIVEIRA-ABANS, 2012). O LNA disponibiliza em seu *site*⁸ uma página específica para a divulgação e o Ensino de Astronomia com várias sugestões para os professores.

A Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) está em fase de implantação do maior planetário de Minas Gerais e o maior centro didático do país para o Ensino de Astronomia. O objetivo da universidade é utilizar tecnologia avançada e equipamentos de ponta para a disseminação do saber, com previsão de término em 2014 (COTA, 2013).

⁸ Página eletrônica sobre Ensino de Astronomia do portal de divulgação e Ensino do MCT/LNA: <<http://www.lna.br/~divulg/>>. O *site* do LNA <<http://www.lna.br/>> está ativo, no entanto o portal de ensino está desatualizado. Acesso em 2 set. 2014.

3.2.3 O ensino de astronomia no IFNMG

O IFNMG tem como área de atuação o Norte de Minas Gerais, os Vales do Jequitinhonha, Mucuri, Urucuia e o Noroeste de Minas, ocupando cerca de 44,0% da superfície do Estado, representando 16,0% da população mineira, sendo que o Norte de Minas e os Vales do Jequitinhonha e do Mucuri são considerados as regiões mais carentes e onde persistem os piores indicadores socioeconômicos do Estado (LOPES; GUSMÃO, 2012). Essa situação reflete no empobrecimento da cultura científica e artística da região.

Sintonizada com os projetos de desenvolvimentos da região, o IFNMG tem, progressivamente, buscado o seu aperfeiçoamento institucional com vistas a contribuir de maneira significativa para o desenvolvimento econômico, social, científico e cultural da região.

Embora ainda timidamente, algumas ações vêm sendo tomadas no sentido de divulgação da Ciência e, principalmente, da Astronomia, pelo IFNMG, Campus Januária na região. Desde 2010 está em desenvolvimento um projeto denominado do **Céu para a sala de aula**, cujo objetivo principal é coordenar e fomentar as atividades de divulgação da Astronomia na região. Para tanto, busca:

- Atrair jovens para carreiras científicas e tecnológicas, por meio do fascínio que a Astronomia e os fenômenos celestes exercem sobre eles;
- Promover exposições específicas para a popularização da Astronomia;
- Criar novos espaços e ambientes para o ensino e a divulgação da Astronomia;
- Promover a interação e a colaboração entre instituições responsáveis pela divulgação da Astronomia;
- Realizar cursos de formação e oficinas para professores do ensino básico;
- Realizar apresentações em escolas da rede pública nas comunidades rurais;
- Produzir materiais multimídia de divulgação científica e de ensinamentos formal e não formal;
- Realizar observações astronômicas com alunos da educação básica das escolas da região.

O projeto recebeu financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), contou com dois bolsistas de iniciação científica e busca envolver professores e alunos do curso de Licenciatura em Física com a comunidade regional. Atendeu até então em torno de oito escolas e 400 alunos.

3.2.4 O ensino de astronomia nos documentos oficiais

Com o objetivo de planejar e elaborar o Curso de Extensão em Astronomia descrito no próximo capítulo desta tese de doutorado, fez-se necessário conhecer os temas de Astronomia que constam nos documentos oficiais brasileiros. Neste sentido, realizou-se análise de conteúdo (BARDIN, 2011) dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+) (BRASIL, 1998b, 1998c, 1999, 2006a) e da Proposta Curricular do Estado de Minas Gerais, denominada Currículo Básico Comum (CBC) (MINAS GERAIS, 2007a; 2007b).

No Brasil a Astronomia está presente nas propostas curriculares dos vários estados brasileiros, nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental (Terra e Universo) (BRASIL, 1998b), nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 1999) e nos PCN+ do Ensino Médio (Universo, Terra e Vida) (BRASIL, 2006a). Apesar disso, constata-se que a maioria dos alunos termina a educação básica sem o mínimo de conhecimentos de temas de Astronomia (DIAS; RITA, 2008).

Os PCN (BRASIL, 1998b) organizam os conhecimentos das Ciências Naturais no Ensino Fundamental em quatro eixos temáticos, a saber: **(i)** Terra e Universo; **(ii)** Vida e Ambiente; **(iii)** Ser Humano e Saúde; **(iv)** Tecnologia e Sociedade. O estudo dos temas relacionados à Astronomia no terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental encontram-se no eixo temático **Terra e Universo** que “[...] está presente a partir do terceiro ciclo, por motivos circunstanciais, ainda que se entenda que esse eixo poderia estar presente nos dois primeiros” (BRASIL, 1998b, p. 36), no qual se recomenda fortemente a observação direta do céu como ponto de partida e atividade básica no estudo de tópicos de Astronomia.

Um exemplo é o estudo sobre o ciclo do dia e da noite, no qual a explicação científica do movimento de rotação da Terra não deve ser a primeira abordagem sobre o dia claro e a noite, pois causa muitas dúvidas e não ajuda a compreensão do fenômeno observado nas etapas iniciais do trabalho. Pode ocorrer de os alunos ficarem confusos entre o movimento aparente do Sol, observado no céu, tomando-se o horizonte como referencial, e o movimento de rotação da Terra, do qual já tiveram notícia.

Uma abordagem sugerida para iniciar as atividades são as observações do horizonte em algumas horas do dia, principalmente no nascente e no poente do Sol. Observações realizadas em dias seguidos possibilita perceber a regularidade dos fenômenos. O tamanho da sombra projetada ao longo do dia, nos diferentes dias, permite verificar que estas variam em comprimento e direção: de manhã, as sombras são compridas; com o passar das horas, vão se encurtando e, ao meio-dia solar verdadeiro, quando o sol atinge o ponto mais alto no céu cruzando o meridiano celeste local, são mínimas ou inexitem. Depois disso, vão se encompridando para o lado oposto até o fim da tarde. Observações como estas, permitiram a construção do calendário e do relógio de Sol pelas diferentes civilizações.

As dimensões do conhecimento preconizadas nos PCN (BRASIL, 1998c) são conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Os conteúdos **conceituais** envolvem a abordagem de conceitos, fatos e princípios, ou seja, se referem à compreensão ou ao domínio dos conceitos científicos e também aos fatos como nomes e datas específicas. Os conteúdos **procedimentais** expressam um saber fazer, que envolve tomar decisões e realizar uma série de ações ordenadas e não aleatórias, como a observação, a experimentação, a comparação, a análise de informações obtidas por investigação entre outros. Por último, os conteúdos **atitudinais** incluem normas, valores e atitudes que devem permear todo o conhecimento escolar e se referem ao saber ser. O respeito às opiniões dos colegas e a colaboração na execução das atividades, por exemplo, contribuem para a formação de valores e atitudes.

A partir dos PCN (BRASIL, 1998b), podem-se inferir os seguintes conteúdos centrais para o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes, referentes

ao terceiro e quarto ciclos (sexto ao nono ano) do Ensino Fundamental, relativos à Astronomia:

- observação direta, busca e organização de informações sobre a duração do dia [claro] em diferentes épocas do ano e sobre os horários de nascimento e ocaso do Sol, da Lua e das estrelas ao longo do tempo, reconhecendo a natureza cíclica desses eventos e associando-os a ciclos dos seres vivos e ao calendário;
- busca e organização de informações sobre cometas, planetas e satélites do sistema Solar e outros corpos celestes para elaborar uma concepção de Universo;
- caracterização da constituição da Terra e das condições existentes para a presença de vida;
- valorização dos conhecimentos de povos antigos para explicar os fenômenos celestes.
- identificação, mediante observação direta, de algumas constelações, estrelas e planetas recorrentes no céu do Hemisfério Sul durante o ano, compreendendo que os corpos celestes vistos no céu estão a diferentes distâncias da Terra;
- identificação da atração gravitacional da Terra como a força que mantém pessoas e objetos presos ao solo ou que os faz cair, que causa marés e que é responsável pela manutenção de um astro em órbita de outro;
- comparação entre as teorias geocêntrica e heliocêntrica, considerando os movimentos do Sol e demais estrelas observados diariamente em relação ao horizonte e o pensamento da civilização ocidental nos séculos XVI e XVII;
- reconhecimento da organização estrutural da Terra, estabelecendo relações espaciais e temporais em sua dinâmica e composição;
- valorização do conhecimento historicamente acumulado, considerando o papel de novas tecnologias e o embate de ideias nos principais eventos da história da Astronomia até os dias de hoje. (BRASIL, 1998b, p. 66-67 e 95-96).

Observa-se que os PCN (BRASIL, 1998b) recomendam a observação direta do céu no estudo dos tópicos de Astronomia. Entretanto, apesar da importância dessas recomendações, elas apresentam dificuldades de ordem prática, pois as aulas para as crianças na educação básica ocorrem durante o dia, não permitindo a observação direta das estrelas, constelações e dos planetas.

Uma solução seria organizar atividades de observação noturna, o que às vezes se torna difícil, pois não é possível prever com a antecedência necessária as condições do tempo, o que inviabiliza a atividade. Neste sentido, constitui um desafio a ser vencido pelos educadores e comunidade escolar proporcionar observações sistemáticas do céu aos estudantes, viabilizando assim o estudo de tópicos de Astronomia na prática e com isso atender as orientações apontadas nos PCN.

A proposta de reformulação curricular de Minas Gerais começou a ser implantada em 2005 e pressupõe um currículo flexível, que se ajusta à realidade de cada escola, de cada região do Estado e às preferências e estilos de ensino dos professores. Entretanto, ela aponta para alguns conteúdos que, por sua relevância, são considerados essenciais. Esses conteúdos essenciais são denominados Conteúdos Básicos Comuns (CBC), sendo seu ensino obrigatório nas escolas estaduais mineiras e definidos por lei, através da resolução 666/2005 (MINAS GERAIS, 2005). Os CBC são constituídos de duas partes, a saber: **(i)** Conteúdos básicos comuns, destinados ao desenvolvimento de habilidades e competências prioritárias e ocupam cerca de 50,0% da carga horária de cada disciplina; **(ii)** Conteúdos complementares, que podem ser ajustados de acordo com a realidade de cada escola e se destinam ao ensino de conteúdos complementares e/ou ao desenvolvimento de projetos pedagógicos da escola.

A Proposta Curricular de Ciências Naturais (MINAS GERAIS, 2007a) preconiza a importância da Ciência e Tecnologia na sociedade, e, com isso, espera-se que o Ensino de Ciências venha a promover uma conscientização do que é a Ciência e o que ela pode proporcionar nas relações que as pessoas mantêm entre si e com o mundo natural, sendo que seu ensino deve promover uma crescente autonomia dos estudantes, tendo em vista que o mundo que os cerca está cada vez mais permeado pela Ciência e Tecnologia. Nesse sentido, o Ensino de Ciências deve contemplar princípios científicos e aplicações tecnológicas. A interação dos estudantes com um mundo concebido e transformado pela Ciência e pela Tecnologia apresenta diversos desafios para o ensino. Esses desafios podem ser traduzidos em quatro questões básicas e envolvem características do conhecimento científico e tecnológico: **(i)** Como são as coisas e do que são feitas? **(ii)** Como as coisas funcionam? **(iii)** Como se sabe o que se conhece? **(iv)** Como comunicar o que se sabe?

Os CBC são compatíveis com os PCN e se inspiram em várias de suas proposições, sendo que sua principal contribuição é esclarecer os conteúdos que

devem ser ensinados, bem como orientar o seu ensino⁹. A Proposta Curricular de Ciências Naturais (MINAS GERAIS, 2007a) se desenvolve em torno de três eixos curriculares: **(I)** Ambiente e Vida; **(II)** Corpo Humano e Saúde; **(III)** Construindo Modelos. Os eixos definem diretrizes gerais que permitem aglutinar aspectos do currículo.

Os eixos temáticos são subdivididos em temas, pois de acordo com os CBC (MINAS GERAIS, 2007a), os estudantes frequentemente apresentam dificuldades em relacionar os conteúdos da ciência escolar com as situações cotidianas, possuindo ainda dificuldades de inferir e absorver as contribuições desses conteúdos para se relacionarem no mundo e com o mundo. Neste sentido é importante escolher tópicos de conteúdos que estejam relacionados com temas próximos à vida cotidiana dos estudantes, favorecendo assim a compreensão de conceitos básicos de Ciências.

No Quadro 5, observa-se o tópico ‘A Terra no espaço’, que é subdividido em quatro habilidades básicas.

TÓPICOS	HABILIDADES BÁSICAS	Ano / Carga Horária (h/a)			
		6º	7º	8º	9º
1. A Terra no espaço	1.1. Compreender que vivemos na superfície do planeta Terra que é [quase] esférica e se situa no espaço.	4		4	
	1.2. Reconhecer a força gravitacional como causa da queda dos objetos abandonados [em queda livre] nas proximidades da superfície da Terra em direção ao seu centro.			4	
	1.3. Diferenciar os modelos geocêntrico e heliocêntrico do Universo e reconhecê-los como modelos criados a partir de referenciais diferentes.			4	3
	1.4. Explicar as evidências e argumentos usados por Galileu a favor do heliocentrismo (noção de inércia e observações ao telescópio da aparência da Lua, fases do planeta Vênus e satélites de Júpiter).				3

Quadro 5 – Conteúdos de Astronomia previstos nos CBC de Ciências Naturais

Fonte: Minas Gerais (2007a, p. 38), adaptado.

⁹ Materiais de ensino e orientações pedagógicas compatíveis com os CBC podem ser encontrados no endereço eletrônico do Centro de Referência Virtual do Professor (CRV): <<http://crv.educacao.mg.gov.br/>>. Acesso em 2 set. 2014.

O eixo temático (III), **Construindo Modelos**, da Proposta Curricular de Ciências Naturais (MINAS GERAIS, 2007a), é subdividido em quatro temas, a saber: **(i)** O Mundo Muito Grande; **(ii)** O Mundo Muito Pequeno; **(iii)** Mecanismo de Herança; **(iv)** Processos de Transferências de Energia. Os tópicos relacionados à Astronomia são tratados basicamente no primeiro tema: 'O Mundo Muito Grande'.

Pelo Quadro 5, nota-se que, no sexto ano do Ensino Fundamental, apenas uma habilidade básica é contemplada, com uma carga horária de quatro horas-aula, e ao final da etapa o aluno deve **compreender que se vive na superfície do planeta Terra que é quase esférica e se situa no espaço**. No sétimo ano não está previsto nenhum tema relacionado à Astronomia no currículo de Ciências Naturais; já no oitavo ano estão previstas três habilidades básicas; nesse momento retoma-se a discussão sobre a superfície esférica da Terra, porém com maior aprofundamento, e dois novos temas são abordados: **(a)** reconhecer a força gravitacional como causa da queda dos objetos abandonados em queda livre nas proximidades da superfície da Terra em direção ao seu centro; e **(b)** diferenciar os modelos geocêntrico e heliocêntrico do Universo e reconhecê-los como modelos criados a partir de referenciais diferentes; ambos com quatro horas-aula.

No nono ano do Ensino Fundamental dá-se continuidade ao estudo dos modelos geocêntrico e heliocêntrico, em que se abordam duas habilidades básicas, com três horas-aula cada, a saber: **(a)** Diferenciar os modelos geocêntrico e heliocêntrico do Universo e reconhecê-los como modelos criados a partir de referenciais diferentes; **(b)** Explicar as evidências e argumentos usados por Galileu a favor do heliocentrismo (noção de inércia e observações ao telescópio da aparência da Lua, fases do planeta Vênus e satélites de Júpiter).

Muitos professores reclamam que a carga horária da sua disciplina é insuficiente para se trabalhar todos os conteúdos. Infelizmente esse fato ocorre na maioria das escolas públicas brasileiras. Neste sentido, tornam-se ineficientes as escolas de tempo integral, pois aumenta-se o tempo de permanência dos alunos na escola através de atividades culturais e esportivas, que são importantes, mas na opinião do autor desta tese, a ênfase deveria ser no ensino e na formação dos conhecimentos escolares.

Atualmente, o número de horas-aula de Física na maioria das escolas está em torno de duas e três horas-aula semanais. Desse modo, percebe-se que escolhas de conteúdos significativos assumem um papel fundamental, pois fica claro que não será possível trabalhar com extensas listas de conteúdos. Como visto no Quadro 5, a Proposta Curricular de Ciências Naturais (MINAS GERAIS, 2007a) prevê um total de 22 horas-aula para os conteúdos de Astronomia, distribuídos em três anos, o que é insuficiente, tendo em vista a importância e relevância do tema.

Nesse sentido, os PCN e os PCN+ sugerem um conjunto de temas e unidades temáticas para auxiliar as escolhas do professor. “O estudo da gravitação é uma excelente oportunidade para discutir temas da Astronomia em seus aspectos físicos, históricos e filosóficos.” (BRASIL, 2006a, p. 56). É necessário que a escola reveja os conteúdos ensinados e suas respectivas práticas educativas. Os PCN+ (BRASIL, 2006a) trazem uma sugestão de temas estruturadores que articulam competências e conteúdos e apontam para novas práticas pedagógicas. Os temas sugeridos para a disciplina de Física no Ensino Médio são:

Tema 1: Movimento, variações e conservações (unidades temáticas: fenomenologia cotidiana, variação e conservação da quantidade de movimento, energia e potência associadas aos movimentos, equilíbrios e desequilíbrios).

Tema 2: Calor, ambiente e usos de energia (unidades temáticas: fontes e trocas de calor, tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores, o calor na vida e no ambiente, energia: produção para uso social).

Tema 3: Som, imagem e informação (unidades temáticas: fontes sonoras, formação e detecção de imagens, gravação e reprodução de sons e imagens, transmissão de sons e imagens).

Tema 4: Equipamentos elétricos e telecomunicações (unidades temáticas: aparelhos elétricos, motores elétricos, geradores, emissores e receptores).

Tema 5: Matéria e radiação (unidades temáticas: matéria e suas propriedades, radiações e suas interações, energia nuclear e radioatividade, eletrônica e informática).

Tema 6: Universo, Terra e vida (unidades temáticas: Terra e Sistema Solar, o Universo e sua origem, compreensão humana do Universo). (BRASIL, 2006a, p. 57).

A Astronomia é contemplada no tema 6: **Universo, Terra e vida**, dando continuidade à temática proposta para o Ensino Fundamental, com uma visão mais ampla, privilegiando desta feita uma relação entre a Terra e o Universo. Cada um desses temas e suas respectivas unidades temáticas é acompanhado de

competências mais específicas, que apontam o objetivo da aprendizagem e servem de parâmetro para o professor avaliar suas práticas em sala de aula e verificar se está atingindo as competências almejadas. Desses temas estruturadores, é possível extrair conteúdos disciplinares significativos e com potencial contextualizador e interdisciplinar.

A Proposta Curricular de Física para o Ensino Médio (MINAS GERAIS, 2007b) organiza os conteúdos em torno do conceito de energia. Justifica-se esta opção levando-se em conta que energia é um tema estruturador fundamental das Ciências Naturais, que permite uma integração entre as disciplinas Química, Biologia e Física e entre as diversas áreas da própria Física. O conceito de energia, apesar de ser um item difícil de definir sem uma boa base de Física, integra vários campos das Ciências Naturais e permite aos alunos entender uma variedade de fenômenos, além de estar presente no dia a dia das pessoas, relacionado principalmente a problemas sociais e econômicos.

Os CBC (MINAS GERAIS, 2007b) focalizam os elementos de Física considerados essenciais na formação cultural e científica do cidadão dos dias atuais e sugerem uma abordagem inicialmente mais fenomenológica, deixando para os anos seguintes a abordagem mais dedutiva e quantitativa. São sete eixos temáticos e dezessete temas.

Inicialmente trata-se do tema energia na Terra e na vida humana. Em seguida, são destacadas as diversas formas de energia relativas aos campos da mecânica, da termodinâmica e do eletromagnetismo. Todos os tópicos são tratados a partir do conceito de energia, tema considerado estruturante dos CBC. Os conteúdos relacionados à Astronomia estão diluídos nos CBC de Física do Ensino Médio, como mostra o Quadro 6, sendo tratados basicamente em torno de três tópicos: **(i)** O Sol e as fontes de energia; **(ii)** Distribuição da energia na Terra; **(iii)** Gravitação universal.

O Quadro 6 mostra os conteúdos relacionados à Astronomia nos CBC de Física do Ensino Médio.

TÓPICOS / HABILIDADES	DETALHAMENTO DAS HABILIDADES
<p>1. O Sol e as fontes de energia</p> <p>1.1 Reconhecer o Sol como nossa principal fonte de energia e origem de quase todas as fontes existentes na Terra.</p>	<p>1.1.1 Compreender a associação entre a energia solar e os processos que ocorrem na natureza, como: formação dos combustíveis fósseis, crescimento das plantas, chuvas, ventos entre outros.</p> <p>1.1.2 Saber que o Sol é uma fonte quase inesgotável de energia e que a energia por ele irradiada tem origem na fusão nuclear, onde núcleos de átomos de hidrogênio são fundidos, resultando na produção de átomos de hélio e energia radiante.</p> <p>1.1.3 Saber que na fusão nuclear ocorre conversão de matéria em energia de acordo com a equação $E=mc^2$.</p>
<p>2. Distribuição da energia na Terra</p> <p>2.1 Compreender por que a energia solar não chega igualmente a todas as regiões da Terra e por que a água é um excelente líquido para fazer a energia circular e se distribuir pela Terra.</p>	<p>2.1.1 Saber que os raios solares que chegam à Terra são praticamente paralelos entre si, devido à enorme distância Sol-Terra em relação às suas dimensões.</p> <p>2.1.2 Compreender que, devido à curvatura da Terra, a energia solar incidente por metro quadrado é maior no Equador do que próximo aos polos.</p> <p>2.1.3 Compreender que as estações climáticas se devem à inclinação do eixo de rotação da Terra, em relação à perpendicular ao seu plano orbital.</p>
<p>3. Gravitação universal</p> <p>3.1 Compreender os movimentos dos planetas e satélites com base na força gravitacional.</p>	<p>3.1.1 Saber explicar o movimento do Sol ao longo do dia e das estrelas à noite como resultado do movimento da Terra.</p> <p>3.1.2 Representar graficamente as posições relativas da Terra, da Lua, do Sol e dos planetas no Sistema Solar.</p> <p>3.1.3 Compreender o vaivém dos planetas no referencial da Terra e os diversos modelos de Sistema Solar ao longo da história da ciência.</p> <p>3.1.4 Compreender a Lei da gravitação universal de Newton.</p> <p>3.1.5 Saber explicar como as forças gravitacionais são responsáveis pelo movimento dos planetas, luas, cometas, satélites e marés.</p> <p>3.1.6 Compreender como os satélites podem ser usados para observar a Terra e para explorar o Sistema Solar.</p>

Quadro 6 – Conteúdos de Astronomia previstos nos CBC de Física

Fonte: Minas Gerais (2007b, p. 8-9 e 21-22), adaptado.

Analisando a proposta curricular de Ciências Naturais, bem como a de Física de Minas Gerais, percebe-se que embora os temas tratados estejam de acordo com os PCN (BRASIL, 1998b, 1998c, 1999, 2006a), alguns conteúdos sugeridos nos PCN não são contemplados nos CBC (MINAS GERAIS, 2007a, 2007b), ficando a cargo da escola e dos professores incluí-los ou não. Como exemplos, pode-se citar: **(a)** Localização geográfica utilizando corpos celestes; **(b)** Noção de galáxia, posição do Sol na Via Láctea; **(c)** Introdução à Cosmologia: Teoria do *Big Bang*, a origem, expansão e tamanho do Universo observável; **(d)** Astrofísica: processo de evolução estelar, formação do Sistema Solar; **(e)** Cosmologia: origem e expansão e apresentação de teorias sobre o final do Universo, formação de galáxias; **(f)** Astrobiologia: identificação da possibilidade de vida extraterrestre.

O Curso de Extensão em Astronomia oferecido aos alunos das licenciaturas do IFNMG durante a realização desta pesquisa procurou atender os PCN (BRASIL, 1998b, 1998c, 1999, 2006a) e suprir as lacunas do CBC (MINAS GERAIS, 2007a, 2007b), na medida em que abordou os seguintes conteúdos: fenômenos astronômicos Sol-Terra-Lua; Astronomia de posição; características dos objetos astronômicos; Sistema Solar; estrelas; evolução estelar e galáxias.

3.3 Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Colaborativa: Alguns Pressupostos

A aprendizagem é objeto de estudo da Psicologia, sendo que ao longo do tempo educadores e pesquisadores têm buscado responder:

- Como acontece a aprendizagem?
- Quais alterações ocorrem na estrutura cognitiva do estudante em relação à aprendizagem?
- Quais mudanças ocorrem em relação à convivência social (procedimentos, normas, valores e atitudes)?

Essas e outras indagações estão presentes e são temas de várias pesquisas. Como o estudante interage em diferentes ambientes, assim a aprendizagem ocorre nas mais diversas situações e graus de interação. Assim, existem aprendizagens que vão acontecer no contexto formal, não formal e informal. Essas aprendizagens também levam o sujeito à mudança e à evolução, e muita coisa se aprende sem que haja uma deliberação planejada. Contudo, muito do que se aprende formal e informalmente pode estar em desacordo com aquilo que é aceito do ponto de vista científico, e isso deve estar bem delimitado pelo educador. Em outras palavras, o professor deve procurar evidenciar as concepções alternativas e prévias que os estudantes possuem para assim discuti-las oportunamente em aula (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011), como foi evidenciado na pesquisa realizada nesta tese.

É importante também explicitar a aprendizagem como algo que deve ser significativo na vida do indivíduo, em que se sobressai a qualidade de um envolvimento pessoal, permanente, e que vai ao encontro das necessidades do

sujeito. Sabe-se que quando um conhecimento não é tomado como significativo tende a ser abandonado. Assim sendo, e considerando-se a situação de sala de aula, onde eventos de aprendizagem devem ser favorecidos, torna-se importante referendar a necessidade de estratégias de ensino e aprendizagem, criando assim oportunidades para o aprendiz vislumbrar o verdadeiro significado (desenvolvimento, mudança) de tudo que é proposto.

Ressalta-se ainda que, ao receber estímulos, de alguma forma a maioria dos indivíduos responde ao ambiente; a interação ocorre e está presente em todo processo de aprendizagem. Nesse sentido, a proposta abordada nesta tese procurou desenvolver atividades diversificadas, que tornassem os conteúdos significativos para os alunos.

3.3.1 Aprendizagem significativa

Se tivesse que reduzir toda a Psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo. (AUSUBEL, 1978, p. iv apud MOREIRA, 2006, p. 14).

Uma das teorias mais importantes desenvolvidas pelo psicólogo americano David Paul Ausubel está relacionada com a aprendizagem significativa, segundo a qual o ensino deve produzir algum sentido no educando. “Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de ‘conceito subsunçor’ ou simplesmente ‘subsunçor’, existente na estrutura cognitiva de quem aprende.” (MOREIRA, 2006, p. 15).

A aprendizagem significativa caracteriza-se, então, por uma interação que ocorre entre as informações preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz e as novas ideias a serem aprendidas; estas adquirem significado e são integradas à estrutura cognitiva de forma clara e plena. Já a aprendizagem mecânica ocorre sem haver interação com os conceitos preexistentes e, nesse caso, não há uma ligação ou fixação na estrutura cognitiva do aluno, sendo armazenada de forma arbitrária (MOREIRA, 2006).

Para Ausubel, os fatos devem interagir e ancorar-se em informações importantes preexistentes na estrutura cognitiva do aluno. Assim, a aprendizagem

significativa pode ocorrer através da aprendizagem por descoberta ou por assimilação. Novas ideias, conceitos, proposições podem ser aprendidas significativamente, na medida em que existem informações relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz que funcionam como âncoras para as primeiras (MOREIRA, 2006).

A aprendizagem receptiva caracteriza-se por apresentar ao aprendiz as informações na forma final, como deve ser aprendido. Já na aprendizagem por descoberta, o conteúdo a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz. Salienta-se que, após a descoberta, a aprendizagem só pode ser reconhecida como significativa se houver ligação com os conhecimentos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Segundo as concepções ausubelianas, a aprendizagem receptiva ou por descoberta só é significativa se o novo conceito for incorporado de forma não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva. (MOREIRA, 2006).

De acordo com Moreira (2006), a aprendizagem receptiva não é necessariamente mecânica, assim como a aprendizagem por descoberta não é obrigatoriamente significativa. Tanto uma quanto a outra pode ser mecânica ou significativa, dependendo de como a nova informação é armazenada na estrutura cognitiva do aluno.

Para que ocorra de fato a aprendizagem significativa, Ausubel (1978) sugere a utilização de organizadores prévios, que são informações e recursos introdutórios que devem ser apresentados aos alunos antes da introdução do conteúdo a ser ensinado, uma vez que “a principal função do organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender significativamente a tarefa com que se depara.” (AUSUBEL, 1978, p. 171 apud MOREIRA, 2006, p. 23). Os Roteiros de Aprendizagem do Curso de Extensão em Astronomia tratado nesta tese foram elaborados com o intuito de servir como organizadores prévios, visto que apresentavam uma visão geral dos assuntos tratados na semana. Dessa forma, serviram de elo entre o conhecimento prévio dos alunos e os temas que eles ainda não sabiam, favorecendo assim uma aprendizagem significativa dos conteúdos de Astronomia ministrados no curso.

Moreira (2006) afirma que os organizadores prévios têm a função de preencher a lacuna entre o que o aprendiz já sabe e aquilo que ele precisa saber, de tal forma que a aprendizagem ocorra de forma significativa. Nesse sentido, os organizadores prévios serão mais eficazes caso sejam apresentados antes do início de cada atividade, de tal forma a despertar o interesse e desejo de aprender. Devem ser elaborados com uma linguagem simples e direta, de forma que sua organização e a aprendizagem sejam consideradas como material de valor pedagógico. Os Roteiros de Aprendizagem do Curso de Extensão em Astronomia cumpriram esse papel.

3.3.2 Aprendizagem colaborativa

A Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) (DELORS et al., 2012) defende que a educação deve organizar-se em torno de quatro aprendizagens fundamentais que, ao longo de toda a vida, serão de algum modo os pilares do conhecimento para cada indivíduo: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser. Em outros termos, esses são os quatro pilares da aprendizagem colaborativa.

Aprender a conhecer: aprender a aprender para beneficiar-se das oportunidades oferecidas pela educação ao longo de toda a vida. Nesse sentido, pretende-se que cada um aprenda a compreender o mundo que o rodeia, pelo menos à medida que isso seja necessário para viver dignamente, para desenvolver as suas capacidades profissionais e para se comunicar.

Aprender a fazer: para poder agir sobre o meio envolvente. As aprendizagens devem evoluir e não podem mais ser consideradas como simples transmissão de práticas rotineiras, em que se prepara o indivíduo apenas para determinadas atividades.

Aprender a viver juntos: a fim de participar e cooperar com os outros em todas as atividades humanas. O indivíduo deve ser preparado para conviver harmoniosamente com todos os envolvidos no ambiente que o cerca.

Aprender a ser: via essencial que integra as três precedentes. A educação deve contribuir para o desenvolvimento integral do educando e prepará-lo para

elaborar pensamentos autônomos e críticos e para formular os seus próprios juízos de valor, desenvolvendo assim valores e atitudes.

Diante do exposto, discutir a aprendizagem colaborativa é romper com um modelo de escola tradicional, onde o ensino é centrado no conteúdo, na avaliação, no planejamento, e na operacionalização sob a forma de aulas e de exercícios. O processo de ensino e aprendizagem passa a ser então centrado no aluno, visando, sobretudo, à colaboração entre os pares.

A aprendizagem colaborativa pressupõe um trabalho em grupo em que todos aprendem juntos em um regime de colaboração. É uma estratégia de ensino que faz da aprendizagem um processo ativo e efetivo, pois permite aos membros de uma comunidade contribuir com seus conhecimentos. É um processo de aprendizagem social no qual todos trabalham em grupo (BEHRENS, 2011; MACÊDO; VOELZKE, 2012). Consiste em estabelecer procedimentos em que educandos e professor estabelecem buscas, compreensão e interpretação de informações relacionadas a assuntos determinados.

A aplicação do trabalho em grupo pode se tornar ineficiente em alguns casos. Quando se trata de pessoas tímidas e retraídas, por exemplo, métodos mais eficientes para a evolução do aprendiz devem ser aplicados. Assim, cabe ao professor buscar alternativas e estratégias que venham atender a esses alunos. Nesse contexto, a utilização do pluralismo metodológico defendido por Laburu, Arruda e Nardi (2003) é uma alternativa. Ressalta-se aqui que a referida proposta didática foi utilizada nas atividades desenvolvidas nesta tese.

A aprendizagem colaborativa surge da necessidade de se inserir metodologias interativas na educação, pois sendo o conhecimento socialmente construído, faz-se necessário estar em constante interação para permitir que a aprendizagem ocorra em um contexto de interações sociais, podendo, ao menos minimamente contribuir para o desenvolvimento da humanidade e, assim, facilitar os meios para que se possa transformar o mundo que a cerca.

O termo interação é mais utilizado quando se trata de relações humanas, e o termo interatividade é um conceito que quase sempre está associado às novas mídias de comunicação, principalmente a *internet* (BEHRENS, 2011). Nesse sentido,

pode-se afirmar que a interação ocorre somente entre humanos, enquanto a interatividade pode ocorrer nas relações homem-máquina. Já o termo mediação é o ato ou efeito de mediar ou intermediar. Pode-se entender então que a mediação pedagógica é a ação de intervenção no aprendizado do sujeito, seja presencial ou *online*. Essa ação de mediação é concretizada essencialmente pelo professor, por meio de instrumentos auxiliares que conduzirão o grupo a uma aprendizagem colaborativa.

Nessa abordagem, o professor deve mudar suas atitudes de dono do saber, para se tornar, de acordo com Behrens (2011), um investigador, um pesquisador do conhecimento, crítico e reflexivo, estando aberto ao diálogo. No entanto, o professor deve conhecer o conteúdo que vai ensinar (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011), pois permite identificar e corrigir os conceitos errôneos apresentados pelos alunos.

A aprendizagem colaborativa permite aos participantes contribuir com o processo de ensino e aprendizagem, que não envolve apenas a relação professor/aluno, mas sim a relação entre todos aqueles que fazem parte do grupo. Ou seja, os formandos aprendem com os seus pares e contribuem para a aprendizagem deles.

Além do mais, a aprendizagem colaborativa permite ao cidadão a construção do conhecimento, tendo em vista que ele desenvolve a capacidade de aprender a aprender, bem como a aprendizagem social do grupo.

O exemplo mais comum de uma atividade que pode proporcionar a aprendizagem colaborativa é a escrita. Ela pode ser usada de forma significativa nas várias ferramentas existentes nos AVA, tais como: fóruns, redações colaborativas proporcionadas pelos *wikis*, nos *blogs* e *chats*, entre outras (SILVA, 2011). A aprendizagem colaborativa foi utilizada durante o Curso de Extensão em Astronomia, nas discussões realizadas nos fóruns do *Moodle* (MOODLE, 2014), no qual eram propostas semanalmente questões instigadoras relacionadas ao tema da semana em estudo, gerando assim discussões entre os alunos, mediadas pelo autor desta tese.

3.4 As Tecnologias Digitais na Formação Inicial de Professores

Esta seção trata das tecnologias digitais e sua influência no mundo contemporâneo, bem como da necessidade de os professores acompanharem a evolução tecnológica.

Em um mundo de intensas transformações científicas e tecnológicas, os professores precisam de uma formação geral sólida, capaz de ajudá-los em sua capacidade de pensar cientificamente e de usar a Ciência na solução dos problemas humanos. Libâneo (2011) afirma que as novas necessidades surgidas na contemporaneidade exigem das instituições formadoras de docentes um professor que tenha a capacidade de relacionar sua didática às novas realidades da sociedade, do conhecimento, do aluno, dos diversos universos educacionais, dos meios de comunicação. Essa situação, de acordo com Borba e Penteado (2010), requer do professor uma cultura geral mais ampliada, capacidade de aprender a aprender, competência para saber agir em sala de aula, habilidades comunicativas, domínio das tecnologias digitais, habilidade para utilizar os meios de comunicação e articular as aulas com as mídias e multimídias.

Valente (1999) acrescenta que, na vida diária, as tecnologias digitais afetam um número cada vez maior de pessoas, que se tornam usuárias, adquirindo novos hábitos de consumo e sendo induzidas a ter novas necessidades. Isso acontece desde a ida a um banco, até mesmo na operação dos novos aparelhos eletrodomésticos, pois, pouco a pouco, a população vai precisando se habituar a digitar teclas, ler mensagens no monitor e atender instruções eletrônicas. Cada vez mais, o poder das mídias aumenta; principalmente da televisão, que passa a exercer um domínio cada vez mais forte sobre crianças e jovens, interferindo nos valores e atitudes, no desenvolvimento de habilidades sensoriais e cognitivas, no provimento de informação mais rápida e eficiente. O professor deve acompanhar esse desenvolvimento para que não ocorra falta de sincronismo entre o exercício de sua atividade profissional e a realidade que o cerca.

Leite (2008) afirma que, com o desenvolvimento e acessibilidade das tecnologias digitais, o surgimento de novas concepções de aprendizagem e a necessidade de aplicação do conhecimento científico aos problemas da sociedade e

do cotidiano, faz-se necessário colocar a formação contínua como requisito da profissão docente, pois os professores passarão a lidar com situações-problema e temáticas integradoras que requerem uma Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT).

E para quê? Para formar cidadãos participantes em todas as instâncias da vida social contemporânea, o que implica articular os objetivos convencionais da escola - transmissão-assimilação ativa dos conteúdos escolares, desenvolvimento do pensamento autônomo, crítico e criativo, formação de qualidades morais, atitudes convicções – às exigências postas pela sociedade comunicacional, informática e globalizada: maior competência reflexiva, interação crítica com as mídias e multimídias, conjugação da escola com outros universos culturais, conhecimento e uso da informática, aprender a aprender, capacidade de diálogo e comunicação com os outros, conhecimento das diferenças, solidariedade, qualidade de vida, preservação ambiental (LIBÂNEO, 2011).

A carreira docente já não é mais tão desejada pelos jovens. Na sociedade do século XXI, vive-se a incerteza do futuro da profissão que, para muitos, está em processo de extinção, sendo substituída pelas novas mídias, que seriam mais eficientes em garantir o acesso à informação e ao conhecimento do que os agentes educativos tradicionais. Muitos pais admitem que a melhor escola é aquela que ensina por meio de computadores, pois prepara melhor para a sociedade informacional. Isso levaria a crer que não há mais lugar para a escola e para os professores, pois as questões seriam resolvidas com o uso da tecnologia no ensino. Sem a presença das escolas, os jovens aprenderiam em centros de informação por meio das tecnologias digitais como televisão, vídeo, computadores.

Diante do exposto, surgem os seguintes questionamentos: Isso é verdade? A sociedade atual não precisa mais de professores? Os professores, em sendo necessários, são capazes e estão preparados para competir com os meios de comunicação, recursos muito mais poderosos na motivação dos estudantes do que a sala de aula? As tecnologias digitais substituirão os professores nas escolas? Ou estas irão simplesmente desaparecer, sendo substituídas por Centros de Informática ou Centrais de Tele-educação e Multimídia? Nesta nova sociedade telemática, sem

lugar para a escola, haveria necessidade de se formar professores, levando-se em conta o desprestígio social da profissão e os baixos salários que lhes são pagos?

Estas são, com certas perguntas difíceis de serem respondidas e são temas de discussões na atualidade. Muitos professores temem perder o emprego, outros, por não terem habilidades para lidarem com as tecnologias digitais se apavoram. Por outro lado, como afirma Libâneo (2011), setores ligados a órgãos oficiais (Secretarias de Educação, por exemplo) imaginam que a utilização das novas tecnologias seria suficiente para formar ou capacitar os professores, tornando-os técnicos executores de pacotes de instrução.

Para minimizar tal situação, deve-se, portanto, preparar adequadamente os professores, de modo que eles sejam capazes de usar os meios mais modernos de ensino e assim acompanhar o desenvolvimento tecnológico, como proposto nesta tese.

O mundo contemporâneo está marcado por várias transformações causadas pelas influências tecnológicas, científicas e por outros aspectos. Na esfera econômica ocorre alteração nos meios de produção, influenciado pelas novas tecnologias; surgem novas profissões e desaparecem outras, e isso requer que sejam formadas pessoas capazes de atuar nesse novo mercado. As mudanças na política são também visíveis, alterando o conceito de nação e de responsabilidade dos governantes, com menos investimentos em saúde, educação e previdência. Ocorrem mudanças também no campo ético, no qual os valores individuais superam os coletivos.

De acordo com Moran (2011), a escola desempenha uma função importante, pois ela cumpre um papel que nenhuma outra instância cumpre. É fato reconhecido que a escola não detém a hegemonia do saber, pois o processo educacional pode ocorrer em vários outros lugares como clubes, meios de comunicação, sindicatos, ruas. Nesse sentido, a escola deve ser repensada e transformada em um espaço que forneça uma sólida formação humana, e onde os alunos aprendam a buscar a informação em diferentes meios, tais como livros didáticos, aparelhos de televisão, rádio, jornal, vídeos, *internet*, redes sociais, entre outros; cabendo à escola atuar como um espaço de síntese, de diálogo e de reflexões.

Haverá lugar para o professor nessa nova escola? Libâneo (2011) afirma que nessa nova escola a figura do professor é imprescindível, sendo ele o responsável por coordenar o processo de aprendizagem dos alunos, ajudando-os a atribuir significado às mensagens e informações recebidas das mídias, das multimídias e formas variadas de intervenção educativa. Seria necessário, então, um novo professor para lidar com essa nova escola. Esse professor deve ter sólida formação geral e na área de conhecimento específico, capacidade de aprender a aprender, habilidades comunicativas, domínio da linguagem informacional e dos meios de informação e, habilidade em articular as aulas com as mídias e multimídias.

Belloni (2009) salienta que os professores não podem mais ignorar a televisão, o vídeo, o cinema, o computador, o telefone, os celulares, os *tablets*, que são poderosíssimas ferramentas de informação, comunicação, aprendizagem, lazer, pois há tempos o professor e o livro didático não são mais a única fonte para se obter informações.

Sobre esse aspecto, Kenski (2009) afirma que nos dias atuais os alunos chegam à escola com pouco conhecimento, mas com muitas informações, obtidas através da televisão, rádio, *internet*, *outdoors* e informes publicitários, mercados, lojas e *shopping centers* que visitam desde pequenos, no entanto, possuem várias deficiências nos conteúdos escolares. Conhecem e sabem operar vários objetos digitais, tais como relógios, calculadoras eletrônicas, vídeo *games*, discos a *lasers*, gravadores e muitos outros aparelhos tecnológicos que são cada vez mais comuns na vida cotidiana, como afirma Kenski (1996). Mas apesar de tanta informação e tecnologia, Cavalcante, Bonizzia e Gomes (2009) salientam que as salas de aulas da maioria das escolas brasileiras vivem situações distintas e longe desse universo tecnológico, pois não sabem fazer uso dos meios tecnológicos e, conseqüentemente, não promovem outras formas eficientes de se desenvolver o processo de ensino e aprendizagem.

Proporcionar ao aluno uma aprendizagem significativa pressupõe, por parte do professor, conhecer e compreender motivações, interesses, necessidades de alunos diferentes entre si, capacidade de comunicação com o mundo do outro, sensibilidade para situar a relação docente no contexto físico, social e cultural do

aluno, pois “[...] a escola que se tem encontra-se distante do que propõe as análises, e a desqualificação profissional do professorado é notória, porque os cursos de formação não vêm acompanhando as mudanças.” (LIBÂNEO, 2011, p. 49).

De acordo com Lage (2011) os professores e especialistas tendem a resistir às mudanças e às inovações tecnológicas. Essa resistência precisa ser trabalhada na formação inicial e continuada, por meio da integração das tecnologias digitais aos currículos e do desenvolvimento de habilidades cognitivas e operativas para o uso das mídias.

Não obstante o crescente uso da tecnologia nos vários setores da sociedade, o uso dos recursos tecnológicos nas salas de aula da grande maioria das escolas brasileiras, bem como nos processos de ensino e aprendizagem, ainda estão bem distantes deste universo. O trabalho desenvolvido nesta tese pretende contribuir para a disseminação do conhecimento, na medida em que alia várias ferramentas e metodologias diferenciadas às tecnologias digitais, com o objetivo de contribuir com o processo de ensino e aprendizagem de Astronomia.

3.5 Possibilidades e Limitações do Uso das Tecnologias Digitais no Ensino

A humanidade passa por um movimento internacional em que os jovens estão ansiosos por experimentar formas de comunicação diferentes daquelas propostas pelas mídias tradicionais. Vive-se um novo espaço de comunicação, no qual proliferam serviços pagos e gratuitos, sendo que estes últimos crescem mais rapidamente do que os primeiros. Behrens (2011) afirma que a humanidade vive em um momento de transição com o advento da sociedade do conhecimento e a globalização. Ocorre a transição da antiga sociedade industrial, cujo objetivo principal é produzir bens materiais, para a sociedade do conhecimento, na qual se produz uma quantidade esmagadora de informações sobre fatos de interesses específicos, conhecidos graças à observação, pesquisa e análise com o uso intenso das tecnologias digitais. Permite ainda o desenvolvimento de equipamentos tecnológicos de última geração, alavancando a nova sociedade industrial.

As tecnologias digitais apresentam certas desvantagens e possuem limitações, algumas vezes não levadas em consideração. Um sistema real, por

exemplo, é frequentemente muito complexo e a maioria das simulações que o descrevem são geralmente baseadas em modelos simplificados e aproximados da realidade, conforme descrito por Medeiros e Medeiros (2002):

As modernas técnicas computacionais têm tornado as representações visuais e simulações computacionais fáceis e verdadeiramente espetaculares. Ao mesmo tempo, contudo, elas têm criado uma tendência perigosa de um uso exagerado de animações e simulações considerando-as como alternativas aos experimentos reais, como se tivessem o mesmo status epistemológico e educacional. (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 80).

Cabe ao professor ter o bom senso de planejar e selecionar as tecnologias digitais e as simulações com as quais vai trabalhar, bem como os assuntos abordados, pois:

Uma animação não é, jamais, uma cópia fiel do real. Toda animação, toda simulação está baseada em uma modelagem do real. Se essa modelagem não estiver clara para professores e educandos, se os limites de validade do modelo não forem tornados explícitos, os danos potenciais que podem ser causados por tais simulações são enormes. Tais danos tornar-se-ão ainda maiores se o modelo contiver erros grosseiros. (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 81).

É importante salientar, portanto, que as animações reproduzem a realidade de forma esquemática e simplificada, e seu uso é limitado principalmente quando é elaborada com base em um modelo com simplificações exageradas, ou com graves erros conceituais. Deve-se deixar claro ao estudante que os experimentos realizados por meio de simulações não são equivalentes aos experimentos reais, discutindo essas razões.

No que concerne à Astronomia, há de se ressaltar a grande evolução do conhecimento sobre o Universo ocorrida nos últimos anos, devido à corrida espacial e ao desenvolvimento tecnológico, que proporcionaram equipamentos ultramodernos, capazes de realizar observações de lugares nunca antes esperados.

A compreensão dos fenômenos astronômicos exige, conforme afirma Silva (2009), um alto grau de abstração. A dificuldade começa pela percepção da forma esférica da Terra, passa pelo entendimento do movimento dos astros celestes e principalmente pela mudança de referencial, em que as pessoas têm de se imaginar fora da Terra (SILVA, 2009). Nesse sentido, o uso das tecnologias digitais, incluindo-se aí animações, simulações, videoaulas, objetos de aprendizagem, podem

contribuir significativamente para a compreensão desses fenômenos, pois “os recursos visuais podem facilitar a construção de modelos mentais.” (SILVA, 2009, p. 534), como foi utilizado na proposta desenvolvida nesta tese de doutorado.

3.5.1 Objetos de aprendizagem no ensino

Entre outras possibilidades, pode-se citar, de acordo com Longhini e Menezes (2010), a utilização de objetos de aprendizagem (OA) no Ensino de Astronomia. Os objetos educacionais de aprendizagem são meios que complementam e auxiliam o processo de ensino e aprendizagem e caracterizam-se principalmente por serem reutilizáveis em várias situações e pela portabilidade. Podem ser operados em diversos tipos de *hardwares* e *softwares*, sendo acessíveis e duráveis. Permitem ainda a flexibilidade de uso e possuem diversos tamanhos (granularidade) e formatos de mídia, tais como *applet* Java; aplicativo em *Macromedia Flash*; vídeo ou áudio; apresentação *Power Point*, entre outros. (BARROSO; FELIPE; SILVA, 2006; MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012).

A democratização e o acesso às tecnologias digitais têm aumentado consideravelmente, e hoje inúmeras instituições disponibilizam materiais educacionais que podem ser utilizados via *web* ou baixados diretamente da *internet* sob a forma de textos, vídeos, simulações, animações, entre outros.

A Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED) da Secretaria de Educação a Distância e Secretaria da Educação Básica do MEC, criada para disponibilizar e divulgar o uso de objetos de aprendizagem (OA), possui papel importante na melhoria do ensino na área de Ciências. De acordo com Araújo Jr e Marquesi (2012), este repositório foi criado em parceria com os Estados Unidos para a melhoria do Ensino de Ciências e Matemática através do uso pedagógico dos recursos da tecnologia.

Outras instituições também possuem papel relevante na produção e divulgação de OA, tais como a Escola do Futuro da USP, Laboratório Didático Virtual da USP e o Núcleo de Informática Aplicada à Educação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Os OA são disponibilizados na *internet* em locais denominados 'repositórios'. Segundo Nascimento (2012):

Os repositórios digitais servem para armazenar conteúdos que podem ser pesquisados por meio de busca e acessados para reutilização. Os mecanismos de identificação, armazenagem e acesso são partes importantes de um repositório. O nível mais abrangente de acesso pode permitir ao usuário visualizar todo o sistema, incluir e excluir materiais e administrar todo o fluxo de informações. O nível mais básico pode ser apenas de acesso para visualização ou para visualização e *download*. Os repositórios são classificados de várias maneiras. Repositórios digitais, repositórios educacionais, repositórios institucionais, repositórios de objetos de aprendizagem. (NASCIMENTO, 2012, p.352).

De acordo com Santos e Amaral (2012), os OA são recursos digitais que permitem desmembrar as disciplinas em partes que podem ser reutilizadas em vários ambientes e dar base ao aprendizado. Os OA são disponibilizados em repositórios, que, conforme Nascimento (2012), são meios que têm como objetivo armazenar e disponibilizar conteúdos digitais para a comunidade.

A RIVED está sendo substituída pelo Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE)¹⁰, que está em desenvolvimento pelo Ministério da Educação em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia, Rede Latino-americana de Portais Educacionais (RELPE), Organização dos Estados Ibero-americanos (OEI), entre outros. O BIOE possui objetos educacionais de livre acesso em vários formatos e para todos os níveis de ensino, construídos em regime de colaboração internacional, sendo de ótima qualidade pedagógica, pois são avaliados antes de serem disponibilizados. Assim:

[...] professores de qualquer parte do mundo poderão acessar os recursos educacionais em seus idiomas originais, incluindo o português do Brasil. Esses recursos poderão ser traduzidos para qualquer outro idioma e publicados novamente no banco internacional, gerando, assim, escalabilidade¹¹. Neste modelo, todos cooperam e todos são beneficiados. (NASCIMENTO, 2012, p. 354).

Os repositórios oferecem várias possibilidades e objetivos, a saber: disponibilizar vários recursos educacionais com alta qualidade pedagógica; facilidade de busca e de uso; integração a outros sistemas; garantir recursos educacionais alinhados aos padrões curriculares; disponibilizar OA de todos os níveis e sistemas educacionais. (NASCIMENTO, 2012).

¹⁰ O repositório BIOE está disponível em <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>>. Acesso em: 2 set. 2014.

¹¹ Escalabilidade: Capacidade de um sistema suportar um aumento substancial de carga sem que o seu desempenho piore ao ponto de pôr em questão a sua utilização. (INFOPÉDIA, 2014).

3.5.2 Simulação e modelagem computacional no ensino

As simulações são úteis em várias situações, tais como: para testar fenômenos que envolvem sistemas complexos ou que ofereçam riscos; ou situações em que se faz necessário considerar muitas variáveis e hipóteses, que se tornam difíceis de ser realizadas em laboratório; ou ainda para se explorar esses sistemas de forma lúdica. Uma simulação baseia-se em descrições e modelos numéricos dos fenômenos reais a serem simulados, mas não tem o intuito de substituir os experimentos reais. Os simuladores, de acordo com Behrens (2011), tornam-se o ponto forte do uso da informática na educação, sendo mais úteis na apresentação de fenômenos, experiências e vivência de situações complicadas, ou até mesmo perigosas, difíceis de serem reproduzidos em laboratórios através de experimentos reais, mas podem também ser utilizadas para simular experimentos simples.

O uso das tecnologias digitais, tais como as simulações, proporcionam aos aprendizes oportunidades de aprofundar os conceitos, bem como acessar diversos materiais que podem contribuir com as situações de aprendizagem, principalmente de temas abstratos como alguns relacionados à Astronomia, pois “alguns eventos astronômicos podem confundir ou até mesmo iludir os observadores.” (BECKER; STRIEDER, 2011, p. 401).

As simulações não devem substituir as atividades experimentais realizadas em laboratórios, mas complementá-las. Sobre esse aspecto, Medeiros e Medeiros (2002) e Macêdo (2009) afirmam que cabe ao docente ter o bom senso de planejar e selecionar as simulações com as quais vai trabalhar, bem como os assuntos abordados.

As simulações podem contribuir para as atividades de ensino, pesquisa científica, desenvolvimento industrial, de gerenciamento, entre outras, uma vez que permitem a formulação rápida de uma enorme quantidade de hipóteses.

As gerações atuais mantêm contato com as tecnologias digitais desde a infância, o que pode favorecer o seu uso nos processos de ensino e aprendizagem. Elas vivem imersas em um mundo cercado por computadores, vídeos digitais, celulares, videogames, *internet*, ferramentas *online*, e os educadores não podem fugir dessa realidade se quiserem acompanhar essa evolução tecnológica.

3.6 Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) são ferramentas que simulam os ambientes presenciais e podem proporcionar uma aprendizagem colaborativa em espaço e tempo diferenciados.

As plataformas de educação *online*, que no Brasil se consagraram como ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), receberam nomes diferentes na língua inglesa, não tendo, no entanto, diferenças conceituais. Entre eles pode-se citar, de acordo com Paiva (2010): ambientes integrados de aprendizagem (*Integrated Distributed Learning Environments – IDLE*); sistema de gerenciamento de aprendizagem (*Learning Management System – LMS*); e espaços virtuais de aprendizagem (*Virtual Learning Spaces – VLE*), sendo que todos esses ambientes podem ser considerados AVA.

Paiva (2010) ressalta que os AVA oferecem várias ferramentas que facilitam o trabalho de alunos e professores, entre elas podem-se citar: **(i)** ferramentas de comunicação assíncrona, isto é, cada um em seu tempo (*fórum, e-mail, blog, mural*) e síncrona em tempo real (*chat*); **(ii)** ferramentas de avaliação e de aprendizagem colaborativa (*testes, trabalhos, wikis, glossários*); **(iii)** ferramentas de instrução (*textos, atividades, livros, vídeos*); **(iv)** ferramentas de pesquisa de opinião (*enquete, questionários*); **(v)** ferramentas de administração (*perfil do aluno, cadastro, emissão de senha, criação de grupos, banco de dados, configurações, diários de classe, geração de controle de frequência e geração de relatórios, gráficos e estatísticas de participação*).

Nos AVA o computador é visto como uma ferramenta de desenvolvimento cognitivo. O aluno é o centro do processo de aprendizagem, podendo interferir na construção do próprio ambiente, interagir virtualmente em grupos, compartilhar conhecimento; e o professor, um facilitador desse processo. De acordo com Kenski (2009), a forma fácil de navegação, o processo de comunicação síncrona (ao mesmo tempo) e assíncrona (em tempo diferente), proporciona aos educandos maior flexibilidade e é um diferencial para a aprendizagem individual e grupal.

O conhecimento pode ser apresentado de três formas diferentes: a oral, a escrita e a digital. As três linguagens não são disjuntas e se complementam, embora

se possa reconhecer que a forma digital passa por um crescimento exponencial nos últimos tempos. Neste sentido, a prática docente deve estar voltada para a construção individual e coletiva do conhecimento, em todas as suas formas de expressão.

As novas oportunidades de aprendizagem permitem aos docentes romper as barreiras das salas de aulas físicas e criar situações favoráveis de encontros presenciais e virtuais, proporcionando aos aprendizes o acesso às informações disponíveis, principalmente na *internet*. É possível encontrar na rede informatizada a combinação de informações escritas, sonoras e visuais. “Nessa óptica, o computador e a rede devem estar a serviço da aprendizagem.” (BEHRENS, 2011, p. 74). Cabe ao professor, de acordo com Behrens (2011), romper com o conservadorismo e estar ciente de que, além das linguagens oral e escrita, faz-se necessário considerar a linguagem digital, tão comum nos dias atuais.

A influência das tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem tem proporcionado uma grande mudança no ensino. A criação de ambientes virtuais tem trazido à tona diversas propostas para o aprendizado. Nesse sentido, um novo espaço foi criado para atender aos objetivos educacionais, os AVA. É a união da tecnologia com ensino, em uma nova perspectiva na maneira de ensinar e aprender, a aprendizagem colaborativa.

Aprendizagem Colaborativa é uma estratégia de ensino que faz da aprendizagem um processo ativo e efetivo, pois permite aos membros de uma comunidade contribuir com seus conhecimentos.

Os AVA permitem e proporcionam a aprendizagem colaborativa ou cooperativa. Professores e alunos compartilham nos espaços virtuais materiais e informações de que dispõem. Os professores aprendem ao mesmo tempo em que ensinam, atualizando continuamente seus saberes disciplinares e suas competências pedagógicas.

No contexto dos AVA pode-se dizer que a aprendizagem colaborativa proporciona a cada um ser ao mesmo tempo um potencial aprendiz e sujeito ativo do processo.

Atualmente, o *Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment)* (MOODLE, 2014) tem sido considerado um dos melhores ambientes para a realização de cursos a distância por ser um *software* livre e proporcionar muitos recursos e atualizações constantes. Ele é desenvolvido por vários profissionais, entre eles programadores, desenvolvedores, administradores de sistemas, professores e *designers*.

De acordo com Nakamura (2009) o *Moodle (MOODLE, 2014)* foi desenvolvido pelo australiano Martin Dougiama e, atualmente, conta com colaboradores no mundo inteiro trabalhando em seu aprimoramento; além de possuir várias ferramentas:

[...] página para perfil dos alunos, inserção de avatares¹², fóruns, calendário, gestão de conteúdo, página de perguntas mais frequentes, criação de grupos, questionários e pesquisas, *blogs*, *wikis*, bancos de dados, sondagens, *chat*, glossários, ferramenta para construção de testes, avaliação em par e diários. Além disso, há as ferramentas administrativas, que permitem configurar o AVA, ativar edição, designar funções, atribuir notas, criar grupos, fazer *backup*, restaurar, importar, reconfigurar e emitir relatórios. (PAIVA, 2010, p. 359-360).

Além do *Moodle (MOODLE, 2014)*, existem outros sistemas abertos, distribuídos livremente na *internet*. Entre eles podem-se citar alguns ambientes brasileiros como o Teleduc, desenvolvido pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e o Aulanet, desenvolvido pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Existem outros ambientes ditos proprietários, que recebem esse nome por serem desenvolvidos e vendidos por empresas que detêm os direitos autorais. Entre eles temos o *WebCT*, o *LearningSpace*, e o *Blackboard*, que são de propriedade de empresas e universidades estrangeiras. (KENSKI, 2009).

Os recursos computacionais despertam grande interesse nos jovens e adultos. Processos educacionais a distância podem e devem vencer as barreiras de distância e tempo, levando a educação a lugares de difícil acesso e superando, assim, as diversas limitações. Nesse sentido, os AVA são importantíssimos, pois permitem ao educando estabelecer o seu próprio ritmo e horário de estudo sem estar preso a uma sala de aula física.

¹² Avatar no contexto citado por Paiva (2010) significa uma figura gráfica animada, com sons e imagens. O cibernauta pode controlá-lo, produzir sons, gestos animados e interagir com outras pessoas no mundo virtual.

Para Francisco e Machado (2006), a implantação dos AVA, que permitem aos usuários realizar situações semelhantes à educação presencial, tais como ter e ministrar aulas, interagir com outros colegas, em grupo e/ou com o professor, enviar e receber trabalhos, realizar tarefas, provas, entre outros, trouxe para a educação a distância (EaD) uma formulação mais atualizada que interage com as novas possibilidades surgidas pelo advento da entrada da informática na educação e, em particular, com o uso da *internet*.

Ainda de acordo com Francisco e Machado (2006), os AVA, ao possibilitarem o estímulo e a inovação do processo de ensino e aprendizagem mediado por computadores em rede, podem ser instrumentos muito importantes para a educação, e seu surgimento, desenvolvimento e propagação criam condições favoráveis para uma educação de qualidade e democrática.

Moran (2011) afirma que a tendência é ocorrer uma combinação entre cursos presenciais e virtuais, em que uma parte dos cursos presenciais pode ser feita a distância e uma parte dos cursos virtuais pode ser realizada presencialmente. “Teremos aulas a distância com possibilidade de interação *on-line* e aulas presenciais com interação a distância.” (MORAN, 2011, p. 60).

Entre as limitações do uso dos AVA, pode-se citar: resistência dos alunos à modalidade de ensino *online*, uma vez que muitos necessitam da presença física do professor; falta de autonomia dos alunos para gerenciar os seus estudos, o que pode ser causado em parte pelo ensino tradicional herdado da educação básica; pouca participação nos fóruns de discussões, dificultando assim o ensino e a aprendizagem; maior disciplina e compromisso pessoal para atender os prazos exigidos em cada atividade proposta, entre outras.

Nos AVA, o professor deve incentivar a aprendizagem e o pensamento, tornando-se um gestor da aprendizagem do grupo. Deve sempre estar ciente das limitações desses ambientes, procurando sanar as dúvidas dos alunos nos fóruns, reservar atendimentos extras aos alunos e, principalmente, promover encontros presenciais como os que foram realizados no Curso de Extensão em Astronomia abordado nesta tese.

3.7 O *Stellarium* no Ensino de Astronomia

O *Stellarium*¹³ (STELLARIUM, 2014) é um *software* gratuito, de código aberto, que simula a visualização do céu, assim como um planetário, e pode ser usado em qualquer computador. Ele mostra o céu semelhante ao que se vê a olho nu ou com o uso de binóculos ou telescópios. Possui ótima qualidade técnica e gráfica, sendo capaz de simular o céu diurno e noturno de forma muito parecida com o real. Permite ainda simular o movimento dos planetas e suas luas, das estrelas, galáxias, eclipses, entre outras possibilidades. Fornece informações detalhadas de milhares de corpos celestes e permite a visualização do céu a partir de vários pontos fora da Terra, tais como Lua, Plutão, Urano, entre outros locais.

De acordo com a *homepage* do *software*, o *Stellarium* (STELLARIUM, 2014) foi desenvolvido pelo engenheiro, programador e pesquisador francês Fabien Chéreau, que desenvolve o programa, juntamente com outros colaboradores, desde o ano 2000. O interesse de Chéreau em observações, cálculos e Astronomia ajudou na criação do *Stellarium* (STELLARIUM, 2014), que foi desenvolvido na linguagem de programação C++. Os colaboradores Robert Spearman, Johannes Gajdosik e Johan Meuris são responsáveis pelos aspectos gráficos do programa (STELLARIUM, 2014). A Figura 2 mostra a logomarca deste *software*.



Figura 2 - Logomarca do software *Stellarium*

Fonte: *Stellarium* (2014).

É possível simular fenômenos atuais ou que ocorreram no passado, ou até prever os fenômenos futuros, retirar a influência da atmosfera e a presença da superfície da Terra, efetuar medição angular, entre outras funções, como se pode

¹³ O *software Stellarium* (STELLARIUM, 2014) está disponível para *download* em língua portuguesa em <http://www.stellarium.org/pt_BR/>. Acesso em: 2 set. 2014.

observar na Figura 3. Outra vantagem é que o programa pode ser executado *off-line*, ou seja, sem precisar de conexão com a *internet*.

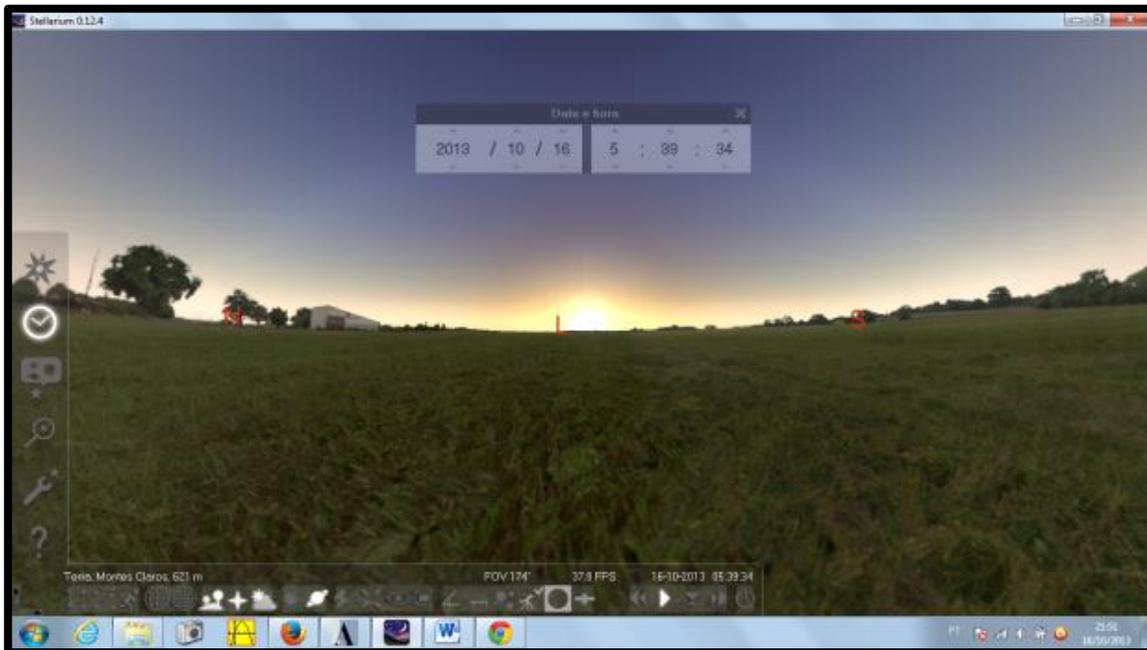


Figura 3 – Tela inicial do software Stellarium

Fonte: Imagem do autor a partir do software Stellarium (STELLARIUM, 2014).

O programa pode ser usado em projetores de planetários, sendo possível ajustar as coordenadas geográficas do local. De acordo com Longhini e Menezes (2010), ele não foi projetado com objetivos educacionais, mas pode ser usado no Ensino de Astronomia, tendo em vista as possibilidades de simular, com grande realidade, vários fenômenos astronômicos como as atividades propostas por Andrade, Silva e Araújo (2009), Bernardes (2010), Longhini e Menezes (2010), Becker e Strieder (2011), bem como Santos, Voelzke e Araújo (2012). As principais características do software Stellarium (STELLARIUM, 2014) são:

- Catálogo padrão de mais de 600.000 estrelas;
- Catálogo extra com mais de 210 milhões de estrelas;
- Asterismos e ilustrações das constelações;
- Constelações de mais de quinze diferentes culturas;
- Imagens de nebulosas (catálogo Messier completo);
- Via Láctea semelhante à real;
- Atmosfera, nascer e pôr do sol bem reais;
- Planetas e seus satélites;
- Zoom poderoso;
- Controle de tempo;
- Interface em diversos idiomas;
- Projeção olho-de-peixe para redomas de planetários;
- Projeção esférica-espelhada para redoma de baixo custo;
- Grades equatorial e azimutal;
- Estrelas cintilantes e cadentes;

- Simulação de eclipses;
- Simulação de supernovas;
- Terrenos personalizáveis, com projeções panorâmica e esférica.

O *Stellarium* (STELLARIUM, 2014) tem inúmeras aplicações no Ensino de Ciências e Geografia, principalmente em temas astronômicos, conforme afirma Longhini e Menezes (2010). Permite ao professor criar situações-problema desafiadoras que possibilitam explorar diversas temáticas relacionadas ao Ensino de Astronomia.

O software *Stellarium* (STELLARIUM, 2014) possui vários recursos de animação, permitindo assistir eventos astronômicos em diversas velocidades, o que torna o programa adequado para o Ensino de Astronomia. Muitos fenômenos astronômicos básicos e interessantes só podem ser vistos ao longo de semanas, meses ou mesmo anos, ou só podem ser observados a partir de locais específicos, alguns muito distantes da Terra, o que pode ser facilitado com o uso de simuladores, tais como o *Stellarium* (STELLARIUM, 2014).

Há de se ressaltar que a utilização desses simuladores no ensino é limitada, dado que são bons para a Astronomia de posição, mas inúteis para o estudo de alguns aspectos, tais como os processos físicos que ocorrem nos astros, por exemplo. Nesse sentido, cabe ao professor planejar e utilizar adequadamente estes simuladores em conjunto com outras atividades práticas e recursos institucionais, como foi realizado nesta tese.

O próximo capítulo trata do Curso de Extensão em Astronomia, que serviu como base para a coleta dos dados analisados nesta pesquisa.

CAPÍTULO 4 – O CURSO DE EXTENSÃO EM ASTRONOMIA

Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina. (CORALINA, 1983, p. 136).

Descreve-se neste capítulo o Curso de Extensão em Astronomia: sua estrutura, os aspectos pedagógicos que nortearam a elaboração do mesmo, suas etapas, conteúdos abordados e estratégias utilizadas para facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

4.1 Estrutura do curso

Com o objetivo de preparar os acadêmicos das licenciaturas do IFNMG, Campus Januária, para lidar com temas relacionados ao Ensino de Astronomia na educação básica, desenvolveu-se um Curso de Extensão em Astronomia. O referido curso desenvolveu estratégias e abordagens interdisciplinares que utilizam as novas tecnologias, e atividades de pesquisas adequadas ao atual contexto educacional. Várias ferramentas de interação foram utilizadas, buscando relacionar o Ensino de Astronomia com outras áreas do Ensino de Ciências. A Figura 4 apresenta a estrutura do curso,

Inicialmente foram analisados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998b, 1998c, 1999, 2006a), a proposta curricular do Estado de Minas Gerais (CBC) (MINAS GERAIS, 2007a, 2007b), e os projetos pedagógicos dos cursos (PPC) das licenciaturas do IFNMG (IFNMG, 2010a, 2010b, 2010c), buscando apurar a presença de Astronomia nestes documentos. Para tanto, utilizou-se a análise de conteúdo (BARDIN, 2011); e posteriormente, no dia 25 de abril de 2012, aplicou-se um questionário de conhecimentos prévios (Apêndice A) com o objetivo de averiguar as concepções dos alunos em relação à Astronomia e às tecnologias digitais.

Com base na análise do questionário inicial, elaborou-se o curso, que foi ministrado em quatorze semanas, no período de 28 de abril de 2012 a 5 de agosto de 2012, na modalidade semipresencial, com carga horária total de cem horas. Foram realizados dez encontros presenciais de três horas cada, totalizando trinta

horas presenciais; as setenta horas restantes foram destinadas ao desenvolvimento das atividades *online*. A Figura 4 ilustra a estrutura e o desenvolvimento das etapas do Curso de Extensão em Astronomia.

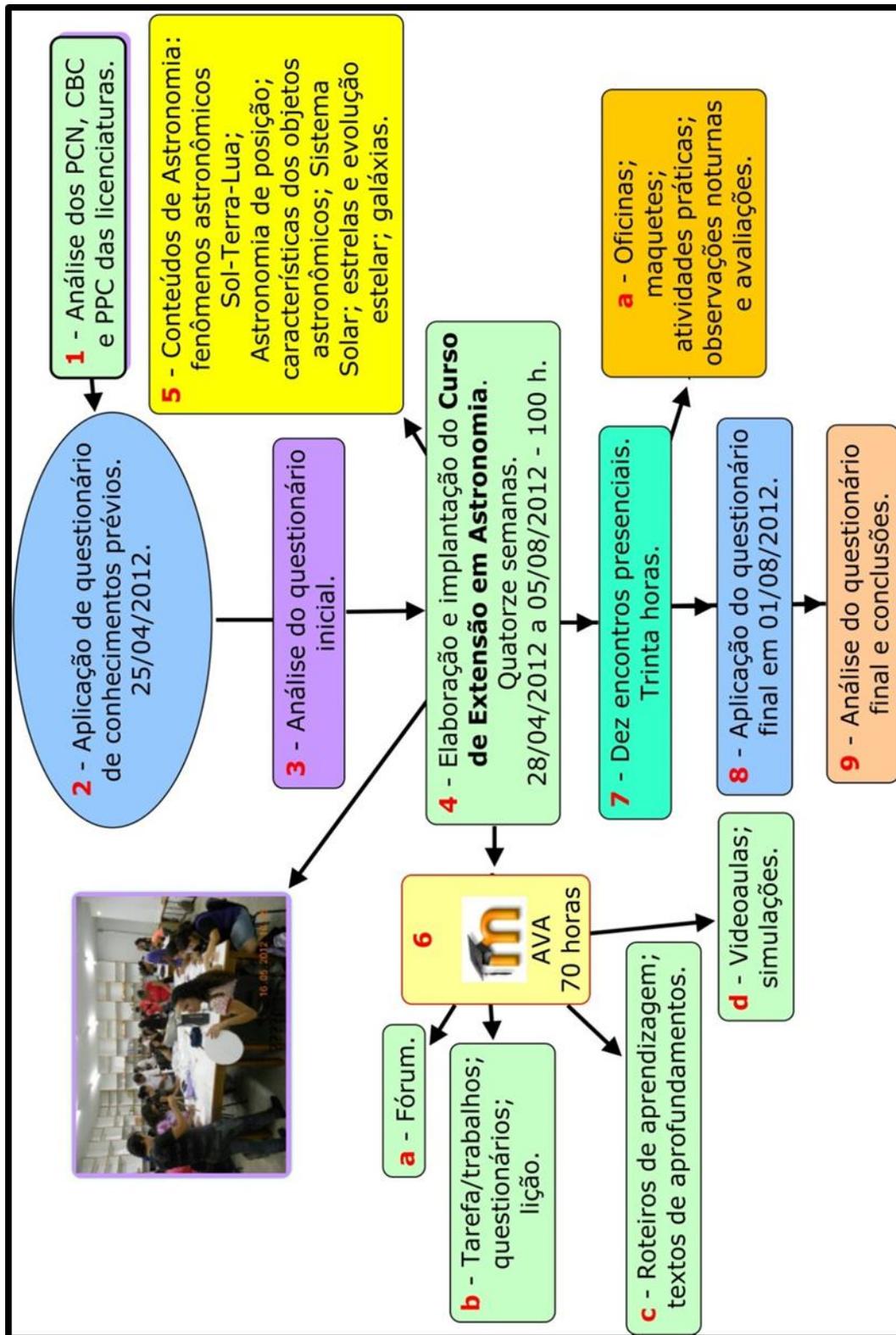


Figura 4 – Estrutura do curso

Fonte: Dados da pesquisa.

Durante o curso, utilizou-se o ambiente virtual de aprendizagem (AVA) Moodle (MOODLE, 2014), tendo o fórum como ferramenta de aprendizagem colaborativa, promovida pelas interações dos alunos nesse espaço de discussões.

Os conteúdos foram abordados na forma de aulas semanais no AVA, sendo que em cada semana foram disponibilizados roteiros de aprendizagem, textos de aprofundamento, videoaulas, fórum, no qual ocorreram as discussões entre professor e alunos e entre os próprios alunos, atividades, simulações e *links* para outros *sites* externos, como mostra a Figura 5. O curso permitiu a troca de experiência entre os participantes e uma aprendizagem colaborativa através dos fóruns de discussão no AVA e das atividades práticas realizadas nos encontros presenciais.



Figura 5 – Recursos utilizados no curso.

Fonte: Dados da pesquisa.

Nos encontros presenciais foram trabalhadas atividades práticas: construção de uma maquete do sistema Sol-Terra-Lua, construção de relógio de Sol equatorial, quadrante, Sistema planetário do Sol em escala de distância e de tamanho, entre outras atividades; e as avaliações presenciais, sendo uma após a oitava semana (27/06/2012) e outra ao final do curso (01/08/2012).

Para a elaboração do curso, optou-se por escolher conteúdos baseados no desenvolvimento de competências e habilidades descritas nos Parâmetros

Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental (BRASIL, 1998b, 1998c), nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 1999) e nos PCN+ do Ensino Médio (Universo, Terra e Vida) (BRASIL, 2006a) e na Proposta Curricular - Conteúdos Básicos Comuns (CBC) do Ensino Fundamental e Médio do Estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2007a, 2007b). Entre essas competências e habilidades destacam-se: Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar e criticar notícias científicas veiculadas nas várias mídias; Elaborar síntese ou esquemas estruturados dos temas trabalhados; Compreender e utilizar leis e teorias físicas; Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico; Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia; Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.

Os conteúdos de Astronomia abordados no curso foram: fenômenos astronômicos Sol-Terra-Lua; Astronomia de posição; características dos objetos astronômicos; Sistema Solar; estrelas; evolução estelar e galáxias.

4.2 Aspectos pedagógicos

Os AVA permitem uma nova abordagem no que concerne ao ensinar e aprender, que deve ser levado em conta ao se elaborar cursos com a utilização dos recursos digitais. O professor necessita desprender-se dos métodos tradicionais em busca de uma nova abordagem de ensinar e aprender, conforme salientam Araújo Jr e Marquesi (2009).

A aprendizagem pode realizar-se de forma diversificada, sendo que os AVA oferecem meios de explorar os vários aspectos sensoriais de maneira bastante intensa, conforme afirmam Araújo Jr e Marquesi (2009). Sabe-se que a aprendizagem é proporcional à participação do aprendiz, como mostra a Figura 6. É possível perceber que as pessoas aprendem apenas 10,0% do que foi lido, enquanto a aprendizagem do que foi dito e feito é de 90,0%. Nesse sentido, mesclaram-se no curso várias metodologias, iniciando-se sempre do nível mais básico para o avançado, e dando prioridade para aquelas que promoviam uma aprendizagem significativa dos conceitos relacionados à Astronomia, sempre através

da realização de atividades práticas, pesquisas e manipulação de objetos reais e virtuais.

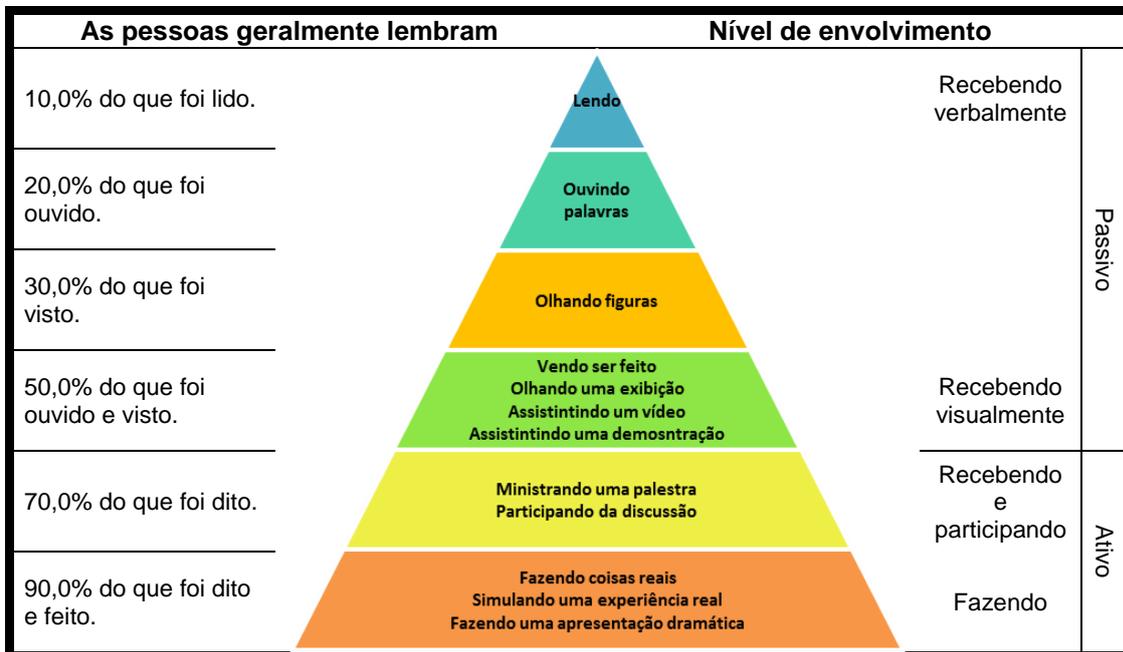


Figura 6 – Cone do aprendizado de Edgard Dale (DALE, 1969)

Fonte: Franco e Braga (2005).

Nessa nova abordagem, o professor desempenha um papel importante, uma vez que deve ser um incentivador e coordenador do processo de ensino e aprendizagem, pois o centro do processo passa a ser o aluno e não mais o professor. Ele deve assumir uma postura mais democrática, privilegiando assim a aprendizagem colaborativa, tendo como apoio recursos digitais como a *internet*, os hipertextos, o AVA, entre outros.

O curso foi criado levando-se em conta o modelo apresentado na Figura 7. Esse modelo propõe as cinco etapas, que devem ser levadas em consideração para a elaboração e criação de atividades em AVA. Essas etapas não sequenciais, sendo que todas, exceto a primeira, pode ocorrer a qualquer momento. Nele é possível observar que o primeiro momento **(1)** é semelhante ao ensino presencial, em que o professor deve dar as boas vindas aos alunos, podendo utilizar o AVA para os avisos; esse estágio se realiza somente no início do curso.

O Curso de Extensão em Astronomia concentrou suas atividades nos quatro estágios restantes: **(2)** Socialização; **(3)** Troca de informações; **(4)** Construção do conhecimento; e **(5)** Conexão e desenvolvimento.

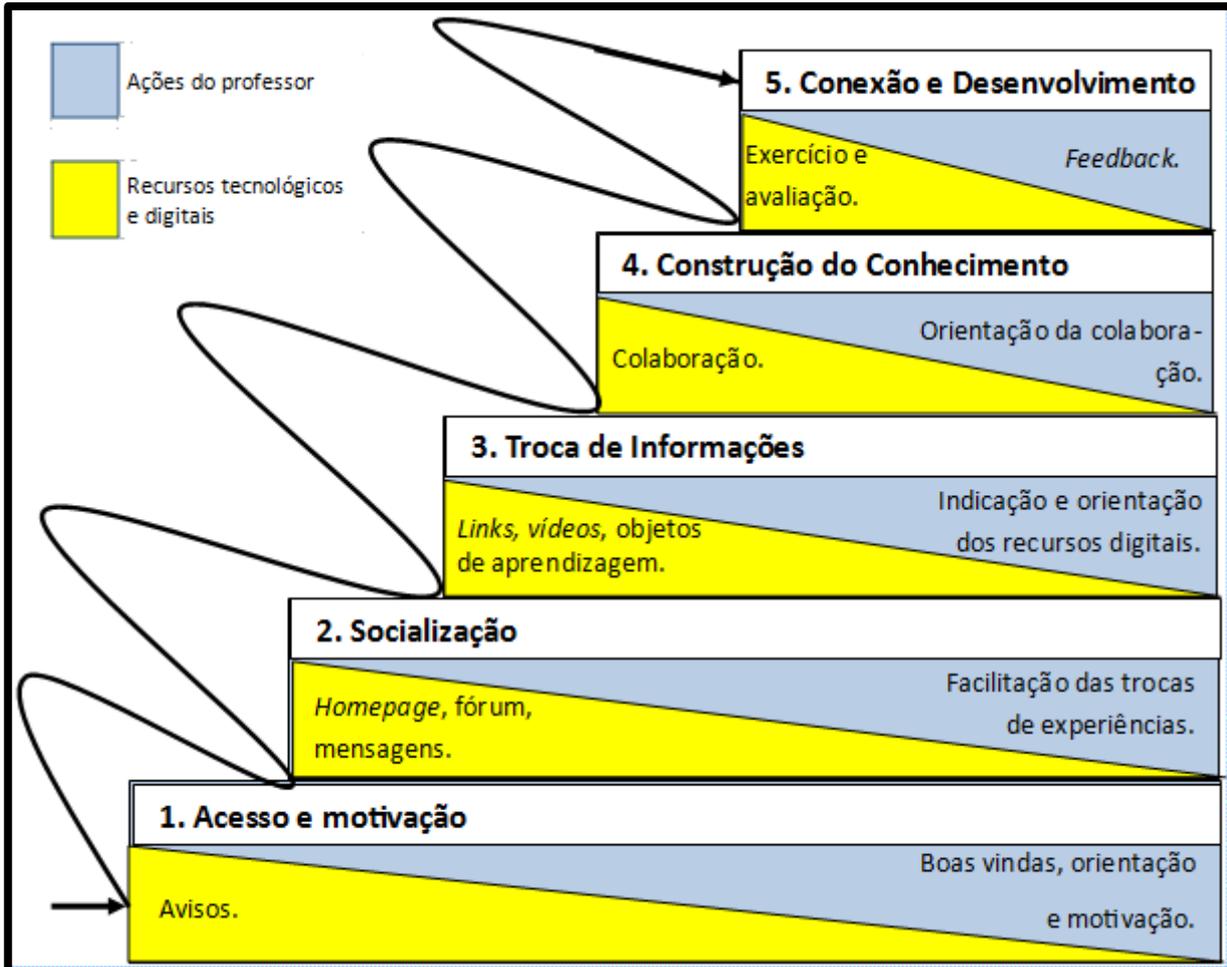


Figura 7 – As cinco etapas para a elaboração das atividades em AVA

Fonte: Salman (2002), apud Araújo Jr e Marquesi (2009, p. 364), adaptado.

A socialização entre o grupo se deu nos fóruns do *Moodle* (MOODLE, 2014) por meio de troca de mensagens entre professor e alunos no decorrer de todo o curso, e principalmente nos encontros presenciais, onde foram realizadas várias atividades que proporcionaram a socialização do grupo pesquisado.

No terceiro estágio, 'Troca de Informações', vários recursos foram disponibilizados em cada semana, utilizando-se a estratégia do pluralismo metodológico defendido por Laburu, Arruda e Nardi (2003), a saber:

- Roteiro de aprendizagem: Elaborado, levando-se em conta os momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1994; 2003). Trata-se de um hipertexto interativo com o objetivo de estudo da semana e uma breve introdução ao problema e ao tema em foco, servindo assim como organizador prévio e facilitador da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2006). Relaciona ainda todas as atividades, com *hiperlinks* para as videoaulas, as leituras, os fóruns e

as simulações que o aluno deve acessar. Após estudar o roteiro, recomendava-se ao aluno voltar a uma atividade específica e realizá-la.

- Textos de aprofundamento escritos por professores e pesquisadores de instituições de todo o Brasil. Entre eles podem-se citar: Ferle (2011); Gonçalves (2011); Langhi (2011b; 2011c; 2011d); Marangoni e Scarinci (2011); Ortiz (2011a; 2011b); Ortiz e Gonçalves (2011); Pavani, Ortiz e Gonçalves (2011); Picazzio (2011); Poppe e Martin (2011); Saraiva, Oliveira Filho e Müller (2012); Scarinci (2011) e Válio (2011).
- Vídeos: Foram disponibilizados no curso vários vídeos, entre eles: série **Espaçonave Terra** (GESSNER, 1996); série **ABC da Astronomia** (CARDOSO, 2011), em seguida realizaram-se discussões e comentários sobre os temas abordados nos mesmos nos fóruns do *Moodle* (MOODLE, 2014).
- Atividades da semana, que podiam ser: resposta a questões ou enquetes relacionadas ao assunto abordado na semana, navegação em aplicativos (simulações), produção de maquetes e material concreto, observações diretas do céu, acesso a outros *sites*, entre outras atividades.
- Disponibilizou-se ainda um *Glog*¹⁴ com vários recursos, incluindo textos, imagens e dois vídeos (MACÊDO, 2012). O *Glog*¹⁵ é uma ferramenta que permite incorporar vários recursos digitais, sendo excelente para motivar os alunos. Em um mesmo ambiente é possível compartilhar fotos, vídeos, sons, gráficos, sendo colocado à disposição dos alunos e monitorado pelo professor.

No quarto estágio, que é a construção do conhecimento propriamente dita, utilizou-se preferencialmente o fórum, destinado à aprendizagem colaborativa, onde ocorreram as discussões e troca de experiências entre o grupo, com a mediação do professor. Esse foi o espaço destinado aos alunos para manifestarem as suas

¹⁴ Glog disponível em <<http://josuemacedo.edu.glogster.com/o-movimento-anual-do-sol>>. Acesso em: 2 set. 2014.

¹⁵ O *Glog* é uma combinação das palavras gráfico e *blog* de propriedade de *Glogster EDU* (LIEBERMAN, 2010). Por oferecer mais recursos do que o Blog, torna-se mais adequado para a utilização nos processos de ensino e aprendizagem. Disponível em: <<http://edu.glogster.com/>>. Acesso em: 2 set. 2014.

dúvidas e incertezas, abordarem os temas obscuros e não entendidos no material escrito ou nos vídeos, levantarem novas questões e discutirem assuntos do dia a dia relacionados ao tema da semana.

Nos encontros presenciais, foram desenvolvidas atividades colaborativas, em grupo, tais como a construção de:

- Maquete do sistema Sol-Terra-Lua;
- Relógio de Sol equatorial;
- Quadrante;
- Sistema planetário do Sol em escala de distância;
- Sistema planetário do Sol em escala de tamanho;
- Luneta, entre outras atividades.

No quinto estágio, conexão e desenvolvimento, realizaram-se semanalmente exercícios e atividades avaliativas, no *Moodle* (MOODLE, 2014), sempre com o *feedback* do professor, tendo em vista corrigir eventuais falhas no processo de ensino e aprendizagem. Ocorreram também as avaliações presenciais, sendo a primeira no dia 27 de junho 2012 e a outra no dia 01 de agosto de 2012.

4.3 Desenvolvimento do curso

O Curso de Extensão em Astronomia desenvolveu-se em quatorze semanas, no período de 28 de abril a 5 de agosto de 2012, sendo que foram destinadas trinta horas para as atividades presenciais, divididas em dez encontros presenciais de três horas cada, e setenta horas para as atividades desenvolvidas a distância, totalizando cem horas. Os alunos deveriam se dedicar, no mínimo, a cinco horas semanais de estudo no AVA *Moodle*. (MOODLE, 2014).

O curso foi ministrado pelo autor desta tese como um curso de extensão, visando atender aos alunos das licenciaturas de Ciências Biológicas, Física e Matemática do IFNMG, campus Januária.

O projeto do curso foi cadastrado na diretoria de extensão do IFNMG (Apêndice E), seguindo-se os trâmites legais e burocráticos da Instituição. Ao final

do curso, foi expedido um certificado de participação para os concluintes. (Apêndice F).

O conteúdo abordado no curso, compatível com o de um curso introdutório, envolveu conhecimentos básicos de Astronomia e será descrito na seção a seguir.

4.3.1 Cronograma do curso

O curso foi planejado e ministrado em quatorze semanas, em função do conteúdo abordado e das atividades realizadas, e teve a participação de quarenta alunos nas primeiras semanas.

A mediação no AVA foi realizada pelo autor desta tese, que atuou como professor, tutor e pesquisador durante todo o período de duração do curso.

Semana I: 28 de abril a 6 de maio de 2012

Conteúdo: O curso e o ambiente virtual de aprendizagem; boas vindas; informações iniciais; tutorial sobre o AVA; formas de avaliação; cronograma do curso; regras para aprovação; objetivos do curso e do Ensino de Astronomia; problemáticas iniciais; discussões sobre expectativas; interação com os colegas e professor.

Semana II: 7 a 13 de maio de 2012

Conteúdo: O formato da Terra. Explorando o céu a olho nu.

Semana III: 14 a 20 de maio de 2012

Conteúdo: Conceitos básicos em Astronomia de posição. O movimento da Terra e o fenômeno da ocorrência do dia (período claro) e da noite.

Semana IV: 21 a 27 de maio de 2012

Conteúdo: O movimento diurno aparente do Sol, a duração da parte diurna e noturna do dia no inverno e no verão e as estações do ano.

Semana V: 28 de maio a 3 de junho de 2012

Conteúdo: Os referenciais na ciência. Equivalência de referenciais. Modelos e sistemas cosmológicos.

Semana VI: 4 a 10 de junho de 2012

Conteúdo: Observações da Lua, suas fases e sua aparência ao longo dos dias. O planeta Terra: constituição interna e sua história.

Semana VII: 11 a 17 de junho de 2012

Conteúdo: Explicação das causas das fases da Lua, da face oculta da Lua e das marés. Caracterização dos objetos do Sistema Solar e de alguns dos métodos pelos quais a ciência os estuda.

Semana VIII: 18 a 24 de junho de 2012

Conteúdo: Os eclipses do Sol e da Lua. Revisão das semanas anteriores.

Semana IX: 25 de junho a 01 de julho de 2012

Conteúdo: Métodos de estudo do Universo: espectros de emissão e influência na atmosfera. Propriedades da luz e radiação eletromagnética. Características e métodos de estudo das estrelas. Aplicação da primeira avaliação no dia 27 de junho de 2012.

Semana X: 2 a 08 de julho de 2012

Conteúdo: O Sol como uma estrela. Sua estrutura e métodos de estudo.

Semana XI: 9 a 15 de julho de 2012

Conteúdo: Evolução estelar. Ciclo de vida das estrelas.

Semana XII: 16 a 22 de julho de 2012

Conteúdo: Via Láctea e outras galáxias.

Semana XIII: 23 a 29 de julho de 2012

Conteúdo: Momentos para esclarecimento de dúvidas e reposição de atividades.

Semana XIV: 29 de julho a 5 de agosto de 2012

Conteúdo: Encerramento do curso. Aplicação da segunda avaliação e do questionário final no dia primeiro de agosto de 2012. Avaliação do curso pelos alunos no AVA.

4.3.2 As avaliações presenciais

No decorrer do curso foram aplicadas duas avaliações individuais, sendo a primeira (Apêndice G) no dia 27 de junho de 2012, a qual compreendeu o conteúdo abordado nas oito primeiras semanas. A segunda avaliação foi aplicada no dia primeiro de agosto de 2012, contendo as questões onze a vinte e cinco do questionário final (Apêndice B) e envolveu o seguinte conteúdo abordado no curso: fenômenos astronômicos Sol-Terra-Lua; Astronomia de posição; características dos objetos astronômicos; Sistema Solar; estrelas; evolução estelar e galáxias.

A escolha das datas das avaliações, e conseqüentemente o número de semanas envolvidas em cada uma delas, foi uma opção meramente didática, devido ao fato de o conteúdo abordado nas oito primeiras semanas ser de mais fácil compreensão em relação aos conteúdos estudados nas demais semanas.

Além das duas avaliações presenciais, avaliou-se também as atividades realizadas no AVA e a participação nos encontros presenciais, observando-se aspectos qualitativos e quantitativos. As atividades realizadas no AVA eram discutidas nos fóruns do *Moodle* (MOODLE, 2014). As avaliações foram realizadas individualmente.

4.3.3 Os encontros presenciais

Os dez encontros presenciais foram realizados em datas previamente agendadas, no horário das 16 às 19 horas, exceto o penúltimo encontro, que ocorreu à noite, com duração de três horas cada, totalizando trinta horas, conforme mostra o Quadro 7.

O primeiro encontro presencial, ocorrido no dia 28 de abril de 2012, marcou o início do curso com a apresentação do professor e explicação sobre a dinâmica de funcionamento e importância da participação dos alunos. Contou com a presença dos quarenta alunos que efetivamente iniciaram o curso. Nesse momento, foi enfatizado que o projeto tratava-se de uma pesquisa de doutorado e solicitou-se a todos o preenchimento de um formulário de autorização de uso de imagem pessoal, enunciados escritos ou orais, formulados durante o curso (Apêndice H). Foi

informado a todos os presentes o código de usuário e senha de acesso ao AVA Moodle (MOODLE, 2014) do IFNMG¹⁶.

	Data	Atividades realizadas
1 ^o	28/04/2012	Apresentação do professor e informações sobre o curso
2 ^o	02/05/2012	Simulações de eventos astronômicos utilizando o <i>software Stellarium</i> , parte I
3 ^o	16/05/2012	Construção do relógio de Sol equatorial, do quadrante e planisfério
4 ^o	30/05/2012	Simulações de eventos astronômicos utilizando o <i>software Stellarium</i> , parte II
5 ^o	06/06/2012	Sistema planetário do Sol em escala de distância e de tamanho
6 ^o	20/06/2012	Construção da maquete Sol-Terra-Lua
7 ^o	27/06/2012	Primeira avaliação
8 ^o	11/07/2012	Construção da luneta de Galileu
9 ^o	25/07/2012	Observação do céu noturno
10 ^o	01/08/2012	Aplicação do questionário final e segunda avaliação

Quadro 7 – Encontros presenciais

Fonte: Dados da pesquisa.

No segundo e no quarto encontros presenciais (2 e 30 de maio de 2012), utilizou-se o *software Stellarium* (STELLARIUM, 2014) para simular vários eventos astronômicos, tais como: variação do dia e da noite, fases da Lua, eclipses, Sol da meia-noite, entre outras atividades. A seção 4.3.4 (Situações de Aprendizagem Desenvolvidas no Curso) discute algumas atividades que foram realizadas no curso utilizando o referido *software*.

O terceiro encontro presencial ocorreu no dia 16 de maio de 2012 e foi destinado à construção de um relógio de Sol equatorial (CANALLE; COELHO, 2009), de um quadrante e de um planisfério, como mostram as Figuras 8 e 9.

O quinto encontro presencial, que ocorreu no dia 6 de junho de 2012, foi destinado à construção do Sistema planetário do Sol em escala de distância (Figura 10a) e do Sistema planetário do Sol em escala de tamanho (Figura 10b). Essa atividade baseou-se na proposta de Canalle (2009). Os alunos ficaram impressionados com a gigantesca diferença de tamanho entre o Sol e os planetas, e com a diferença de distância existente entre os planetas do Sistema Solar e o Sol.

¹⁶ AVA Moodle do IFNMG disponível em: <<http://moodle.ifnmg.edu.br/>>. Acesso em: 2 set. 2014.

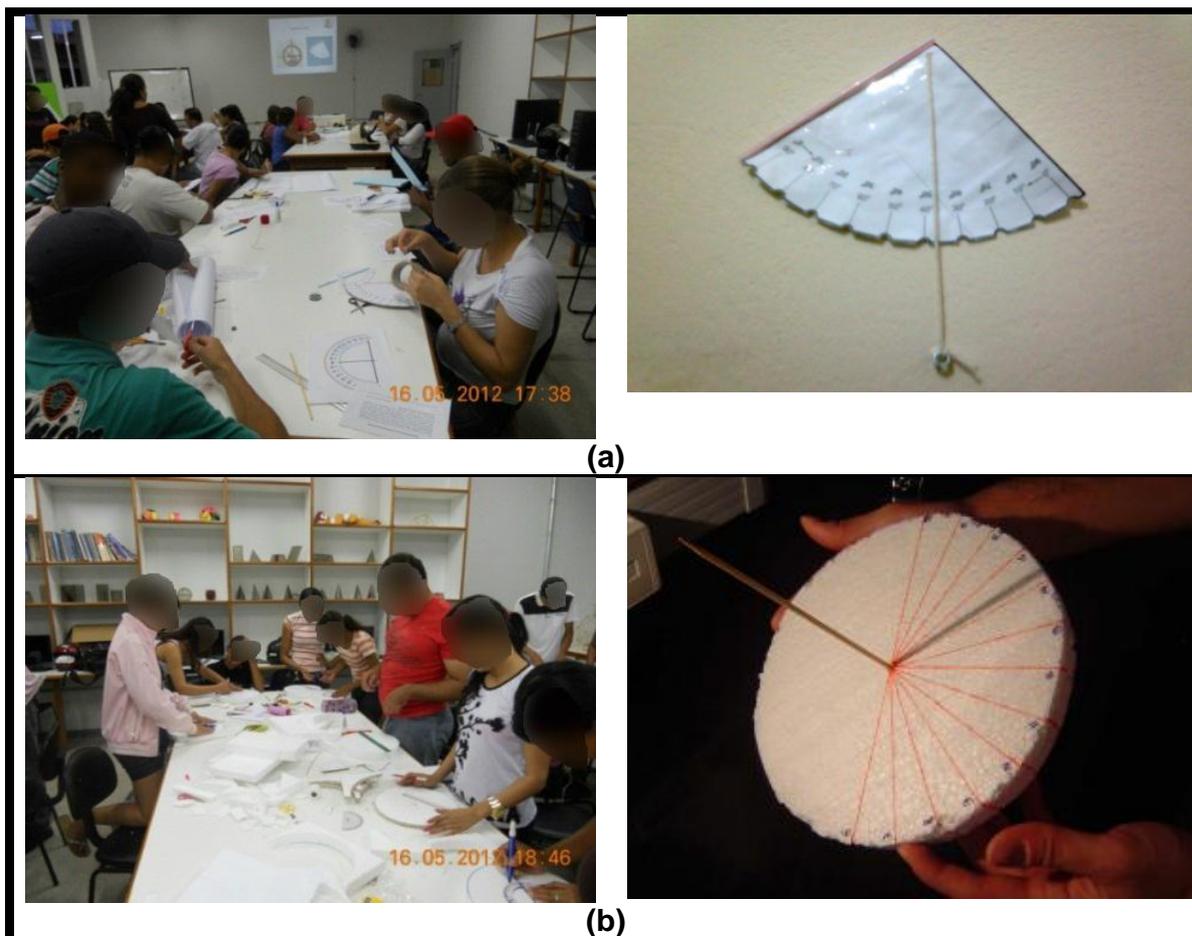


Figura 8 – Construção de um quadrante (a) e de um relógio de Sol equatorial (b)

Fonte: Dados da pesquisa.

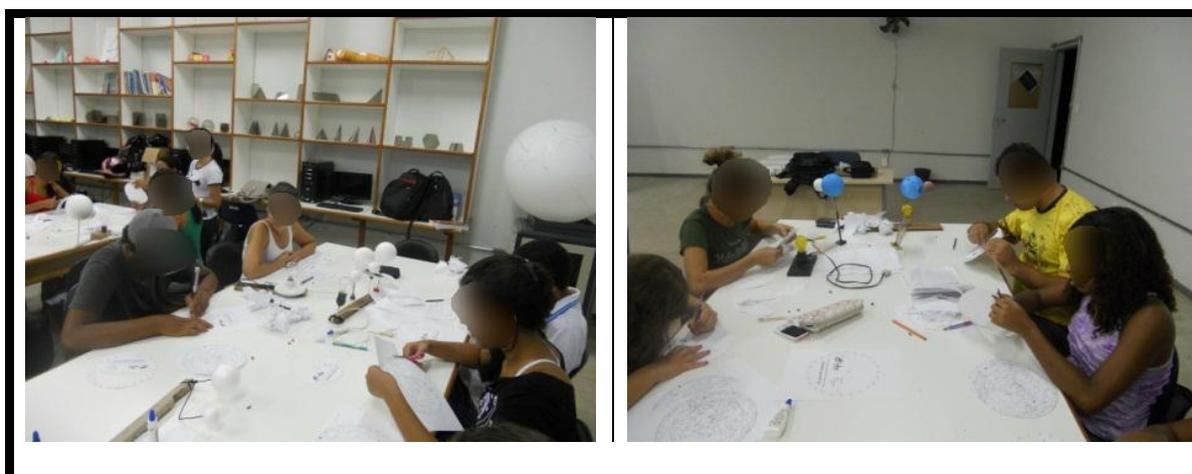


Figura 9 – Construção de um planisfério

Fonte: Dados da pesquisa.

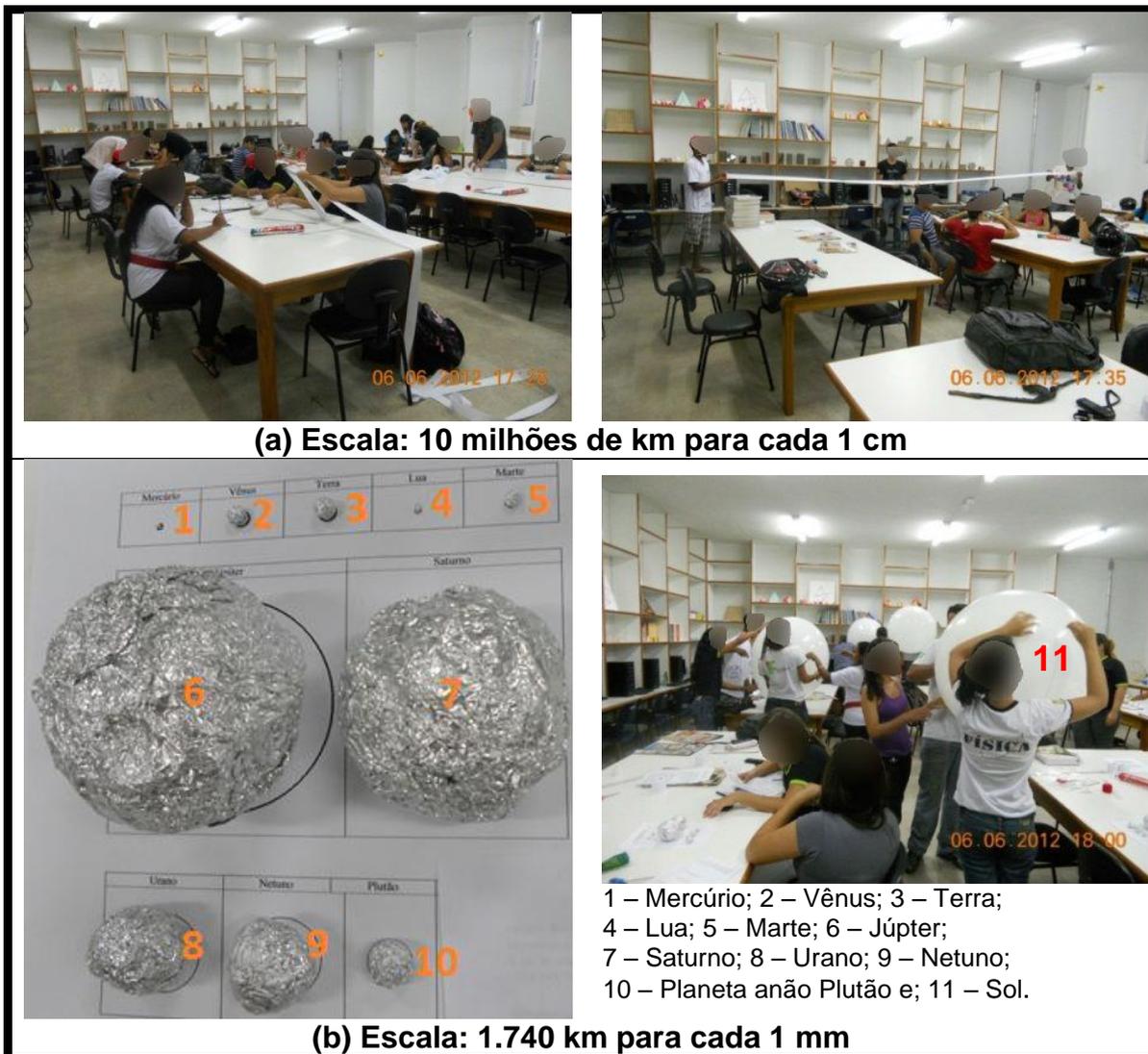


Figura 10 – Construção do Sistema planetário do Sol em escala de distância (a) e de tamanho (b)

Fonte: Dados da pesquisa.

Após a construção, discutiu-se com os alunos como utilizar os instrumentos construídos. As imagens são meramente ilustrativas, dado que o gnomon do relógio de Sol equatorial¹⁷ situado no hemisfério Sul, deve ser apontado para a direção do polo sul celeste.

Para a construção do Sistema planetário do Sol em escala de distância, utilizou-se a escala de 10 milhões de quilômetros para cada 1 cm de papel (Anexo

¹⁷ O texto com as instruções para a montagem do relógio de Sol equatorial (ORTIZ e GONÇALVES, 2011) foi disponibilizado para os alunos do Curso de Extensão em Astronomia no AVA Moodle do IFNMG, <<http://moodle.ifnmg.edu.br/>> que é um ambiente restrito. Atualmente está disponível em: <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbncqb3N1ZWVudHVuZXNtYW5lZG98Z3g6NDk2NWY0ODk1YW15ZGMxNQ>>. Acesso em: 2 set. 2014.

A), e para a construção do Sistema planetário do Sol em escala de tamanho, a escala utilizada foi de 1.740 km para cada 1 mm (Anexo B).

No sexto encontro presencial, que ocorreu no dia 20 de junho de 2012, construiu-se a maquete Sol-Terra-Lua, mostrada na Figura 11. Nessa atividade, os alunos foram informados da falta de proporção na simulação do sistema, dos tamanhos e distância entre os astros envolvidos (Sol-Terra-Lua). Por ser tridimensional, a maquete permite trabalhar vários fenômenos, tais como: **(i)** compreender o movimento anual do Sol e o fenômeno de sucessão dia e noite; **(ii)** entender que o Sol assume posições diferentes para observadores em diferentes latitudes; **(iii)** constatar que o Sol nasce em posições diferentes, para um mesmo observador, ao longo do ano; **(iv)** entender como ocorrem os eclipses do Sol e da Lua; **(v)** compreender porque não ocorrem eclipses todos os meses; e **(vi)** verificar que a inclinação do eixo da Terra em relação ao seu plano orbital, se relaciona com: *(a)* a duração do período claro do dia; *(b)* a posição geográfica onde nasce o Sol; *(c)* o solstício e equinócio; *(d)* com a ocorrência das estações do ano, entre outros.

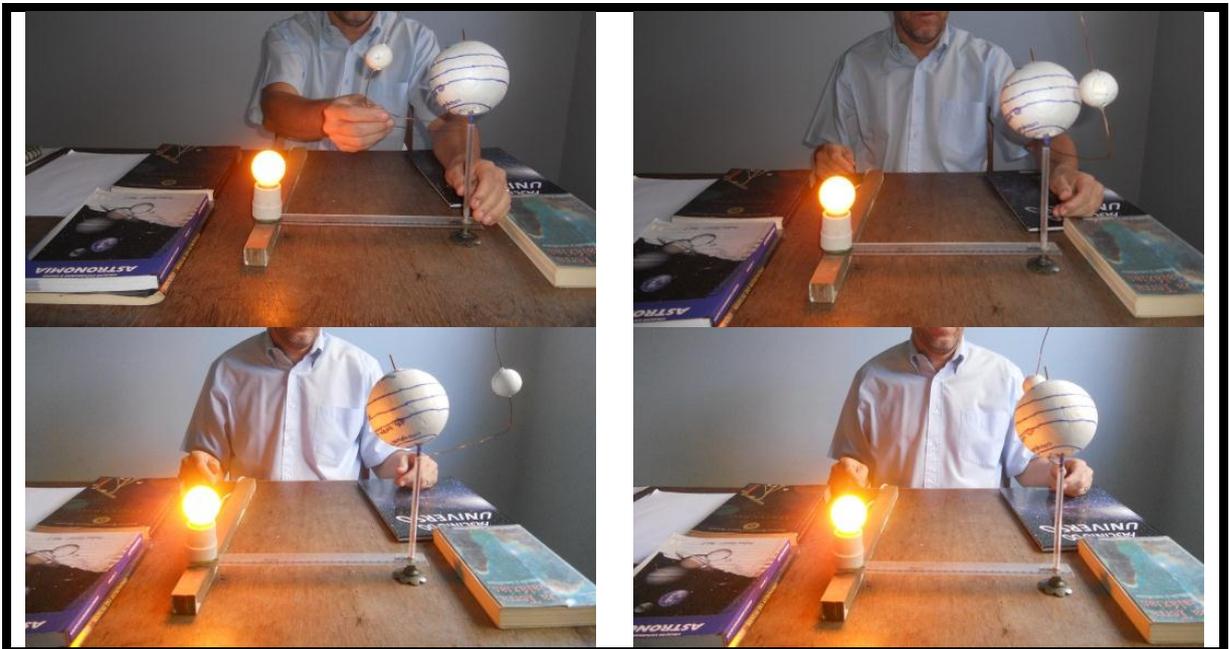


Figura 11 – Maquete do sistema Sol-Terra-Lua

Fonte: Dados da pesquisa. Figura meramente ilustrativa e fora de escala de tamanho e distância.

O sétimo encontro presencial, ocorrido no dia 27 de junho de 2012, foi destinado à aplicação da primeira prova, que abordou o conteúdo ministrado nas oito primeiras semanas.

O oitavo encontro presencial ocorreu no dia 11 de julho de 2012. Nesse encontro, construiu-se juntamente com os alunos uma réplica da luneta de Galileu com materiais de baixo custo (Anexo C), como mostra a Figura 12.



Figura 12 – Construção da luneta de Galileu

Fonte: Dados da pesquisa.

O nono encontro presencial ocorreu no dia 25 de julho de 2012 e foi destinado à observação do céu noturno, com o reconhecimento das principais estrelas, constelações e planetas visíveis naquela noite.

No último encontro presencial, ocorrido no dia primeiro de agosto de 2012, aplicou-se o questionário final, juntamente com a segunda avaliação, envolvendo todo o conteúdo ministrado no curso: fenômenos astronômicos Sol-Terra-Lua; Astronomia de posição¹⁸; características dos objetos astronômicos; Sistema Solar; estrelas; evolução estelar e galáxias.

4.3.4 Situações de aprendizagem desenvolvidas no curso

Nesta seção são descritas algumas das atividades que foram desenvolvidas com alunos dos cursos de licenciatura do IFNMG durante o Curso de Extensão em Astronomia.

Para a elaboração das atividades, optou-se por uma estratégia com o viés do pluralismo metodológico, fundamentado em Laburu, Arruda e Nardi (2003).

¹⁸ Entre outros conteúdos abordados no Curso, relacionados à Astronomia de posição, pode-se citar: movimento aparente dos astros; estações do ano; sistema de referência; sistema de coordenadas; forma da Terra; nascer, ocaso e crepúsculo dos astros; movimento próprio e aparente das estrelas; relação entre coordenadas geocêntricas e heliocêntricas; sistema geocêntrico de Ptolomeu; sistema heliocêntrico de Copérnico; eclipses, entre outros.

Contemplou-se o uso de diversas ferramentas de ensino e aprendizagem em uma abordagem investigativa, com ações pedagógicas e científicas condizentes com os momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1994; 2003), descritos no Capítulo 2 desta tese.

O *software Stellarium* (STELLARIUM, 2014) foi utilizado como recurso auxiliar ao processo de ensino e aprendizagem, articulado com as demais ferramentas que foram disponibilizadas no curso.

Iniciava-se a semana com os Roteiros de Aprendizagem, que davam uma visão geral dos assuntos abordados e continham *links* para os demais materiais disponíveis na semana. Eram utilizados como organizadores prévios, facilitadores da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2006).

Em seguida, recomendava-se aos alunos a leitura dos textos de aprofundamento e as videoaulas, bem como o acesso às simulações.

As dúvidas eram sanadas nos fóruns, espaço em que ocorriam as discussões. As atividades, antes de serem enviadas ao professor, eram discutidas nos fóruns.

Nos encontros presenciais foram realizadas as atividades práticas e discutidas as principais dúvidas dos alunos.

Atividade I – O movimento anual do Sol

Conteúdo abordado: Movimento anual do Sol e estações do ano.

Objetivos: Compreender o movimento anual do Sol. Aprender a utilizar o *software Stellarium* (STELLARIUM, 2014) como recurso para observar astros e seus movimentos. Montar uma maquete Sol-Terra-Lua¹⁹ e utilizá-la com êxito para representar os movimentos dos astros.

¹⁹ Texto com as instruções para a montagem da maquete Sol-Terra-Lua disponibilizado para os alunos do Curso de Extensão em Astronomia no AVA *Moodle* do IFNMG <<http://moodle.ifnmg.edu.br/>> que é um ambiente restrito. Atualmente está disponível em: <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbncqb3N1ZWVudHVu>>

Problematização inicial

As discussões desta atividade foram iniciadas com as seguintes questões-problema: Você já observou o nascer e pôr do Sol ao longo dos dias do ano? O Sol nasce a leste e se põe a oeste? Exatamente a leste ele nasce e a oeste ele se põe todos os dias?

O professor poderá solicitar aos alunos que efetuem o registro das respostas no caderno e/ou fazer esquemas das respostas no quadro, ou em outros meios que proporcionem discussões. No curso tratado nesta tese, os registros foram realizados nos fóruns do *Moodle* (MOODLE, 2014).

Organização do conhecimento

Com o intuito de proporcionar aos alunos a apropriação adequada do conhecimento sobre o movimento anual do Sol, dando base para as discussões realizadas, foi disponibilizado pelo autor desta tese no *Moodle* (MOODLE, 2014) um texto de aprofundamento sobre o movimento do Sol, intitulado “Interações Sol-Terra-Lua: O movimento anual do Sol²⁰”, de autoria do prof. Rodolfo Langhi (LANGHI, 2011b), uma simulação²¹ e dois vídeos, sendo um a respeito do movimento anual do Sol²² e o outro acerca do Sol observado em diferentes latitudes²³.

Aplicação do conhecimento

Dando continuidade, foram desenvolvidas várias atividades com o intuito de fixar os conceitos estudados no momento da organização do conhecimento e aplicar o conhecimento adquirido.

ZXNtYWNlZG98Z3g6MTI3YzZlNDk4MjZhMTc2Zg> um texto de autoria de Scarinci (2011). Acesso em: 2 set. 2014.

²⁰ Texto disponibilizado para os alunos do Curso de Extensão em Astronomia no AVA *Moodle* do IFNMG <<http://moodle.ifnmg.edu.br/>> que é um ambiente restrito. Atualmente está disponível em: <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWVpbnxqb3N1ZWVudHVuZXNtYWNlZG98Z3g6NWY5OGYwNzI2NTBkNDUyMg>>. Acesso em: 2 set. 2014.

²¹ Simulação disponível em: <http://astro.unl.edu/naap/motion1/animations/seasons_ecliptic.html>. Acesso em: 2 set. 2014.

²² Vídeo disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=g2l52Kj9BfM>>. Acesso em: 2 set. 2014.

²³ Vídeo disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Yw4OhFN1QIs>>. Acesso em: 2 set. 2014.

No encontro presencial, construiu-se juntamente com os alunos uma maquete do sistema Sol-Terra-Lua (Figura 13), a fim de se discutir sobre o nascer e o ocaso do Sol para vários observadores em diferentes latitudes.



Figura 13 – Aluna do curso com uma maquete do sistema Sol-Terra-Lua

Fonte: Dados da pesquisa. Figura meramente ilustrativa e fora de escala de tamanho e distância.

Através de simulações realizadas na versão 0.12.4 do *software Stellarium* (STELLARIUM, 2014), os alunos tiveram a oportunidade de retomar as discussões originadas na problematização inicial. Configurou-se o *software* para a visualização do céu de Montes Claros (MG), como mostra a Figura 14, em que é possível observar as coordenadas geográficas: latitude ($16^{\circ} 43' 12''$ S), longitude ($43^{\circ} 51' 36''$ O) e altitude (621 m).



Figura 14 – Janela para aferir o local da observação no *software Stellarium*

Fonte: Imagem do autor a partir do *software Stellarium* (STELLARIUM, 2014).

Foi proposta aos alunos a realização de uma pesquisa sobre o horário do nascer e ocaso do Sol em sua cidade, nos equinócios e solstícios, como mostrado no Quadro 8.

	Data aproximada	Nascer do Sol	Ocaso do Sol	Duração diurna do dia
Equinócio	20 de março	05h59min	18h05min	12h06min
Solstício	21 de junho	06h23min	17h31min	11h07min
Equinócio	22 de setembro	05h44min	17h51min	12h07min
Solstício	21 de dezembro	05h20min	18h27min	13h07min

Quadro 8 – Nascer e ocaso do Sol em Montes Claros (MG)²⁴

Fonte: *Sunrise-and-sunset.com* (2014).

Percebe-se pelo Quadro 8 que no equinócio de março, que inicia o outono no Hemisfério Sul, e no de setembro, que dá início à primavera no mesmo hemisfério, a duração da parte diurna e noturna do dia são praticamente iguais. A duração do dia claro é um pouco maior nos equinócios por causa do crepúsculo, que é a iluminação das camadas superiores da atmosfera pelo Sol, quando embora escondido, está próximo do horizonte. O solstício de junho, que marca o início do inverno no Hemisfério Sul, possui o período claro do dia mais curto do ano e a noite mais longa do ano. Já o solstício de dezembro, que marca o início do verão no Hemisfério Sul, possui o período claro do dia mais longo do ano, e a noite mais curta do ano.

Nas figuras ilustrativas dessa atividade, realizadas com o *software Stellarium* (*STELLARIUM*, 2014), foram utilizadas a projeção estereográfica ou planisférica, o sistema de coordenadas horizontal e a grade azimutal (na qual Z representa o Zênite). A linha que une o norte (N) e o sul (S), passando pelo Zênite, representa o meridiano local. Esse *software* permite simular o movimento do Sol: como mostra a Figura 15, no equinócio de março, ele nasce no ponto cardeal leste (L) e se põe no ponto cardeal oeste (O). Observa-se que o Sol nasce por volta de 6h30min (Figura 15a); passa pelo meridiano local ao meio-dia (Figura 15b) e se põe por volta de 17h30min (Figura 15c).

²⁴ De acordo com o fuso horário de Brasília (DF), sem considerar o horário brasileiro de verão.

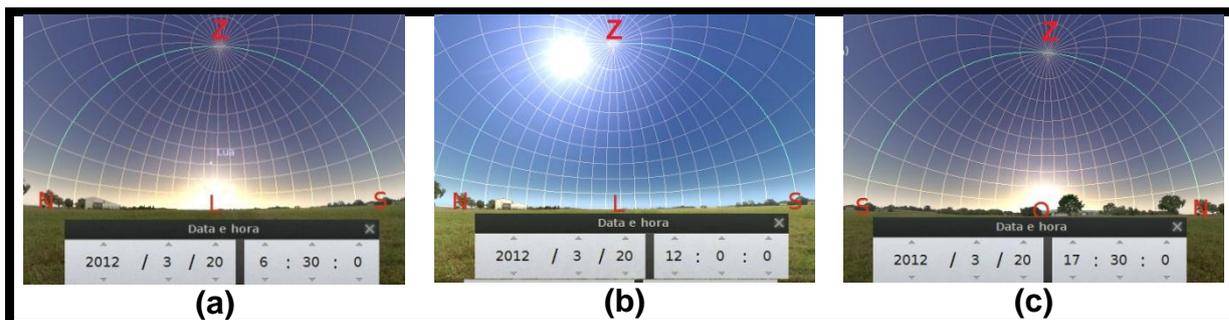


Figura 15 – Movimento do Sol durante o equinócio de março

Fonte: Imagens do autor a partir do software Stellarium (STELLARIUM, 2014).

No solstício de junho (Figura 16), o Sol nasce entre o ponto cardeal norte e o leste e se põe entre o ponto cardeal norte e o oeste. Observa-se que o Sol nasce por volta de 7h00min (Figura 16a); passa pelo meridiano local próximo ao meio-dia (Figura 16b) e se põe por volta de 17h00min (Figura 16c).

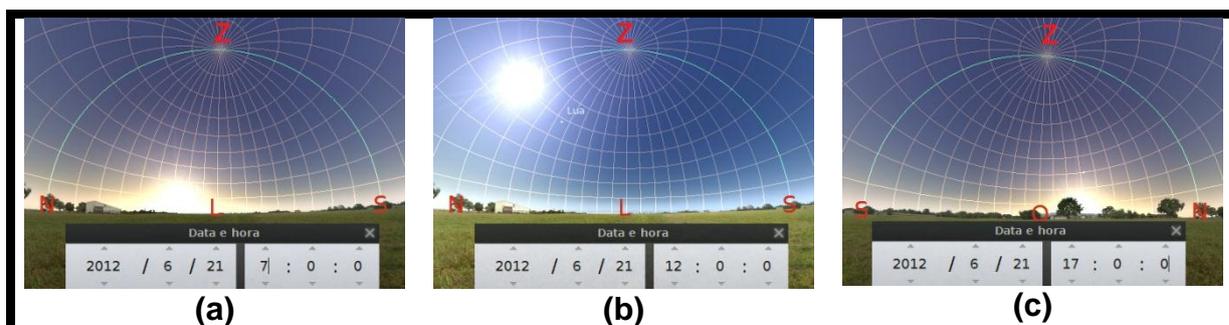


Figura 16 – Movimento do Sol durante o solstício de junho

Fonte: Imagens do autor a partir do software Stellarium (STELLARIUM, 2014).

No equinócio de setembro, o Sol volta a nascer no ponto cardeal leste (L) e se põe no ponto cardeal oeste (O), como mostra a Figura 17. Observa-se que o Sol nasce por volta de 6h00min (Figura 17a); passa pelo meridiano local ao meio-dia (Figura 17b) e se põe por volta de 17h30min (Figura 17c).

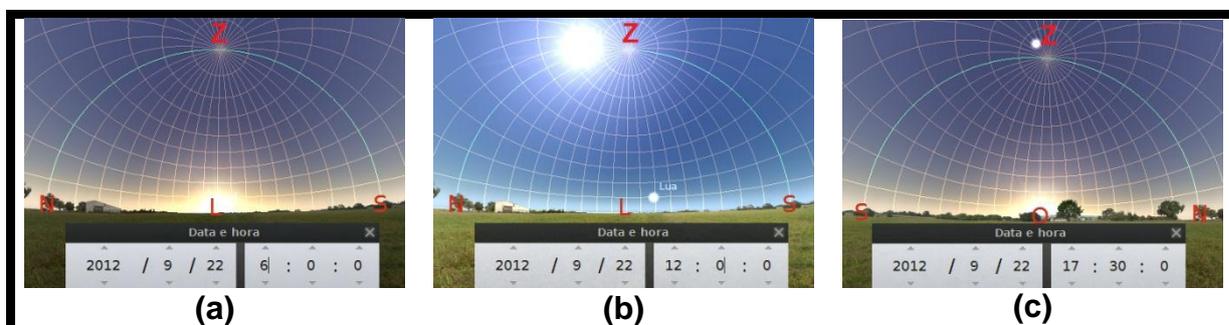


Figura 17 – Movimento do Sol durante o equinócio de setembro

Fonte: Imagens do autor a partir do software Stellarium (STELLARIUM, 2014).

No solstício de dezembro (Figura 18), o Sol nasce entre o ponto cardeal sul e o leste e se põe entre o ponto cardeal sul e o oeste. É possível notar que neste período o Sol atinge um ponto mais baixo, como mostra a Figura 18b. Observa-se que o Sol nasce por volta de 7h00min (Figura 18a); passa pelo meridiano local após o meio-dia (Figura 18b) e se põe por volta de 19h00min (Figura 18c).

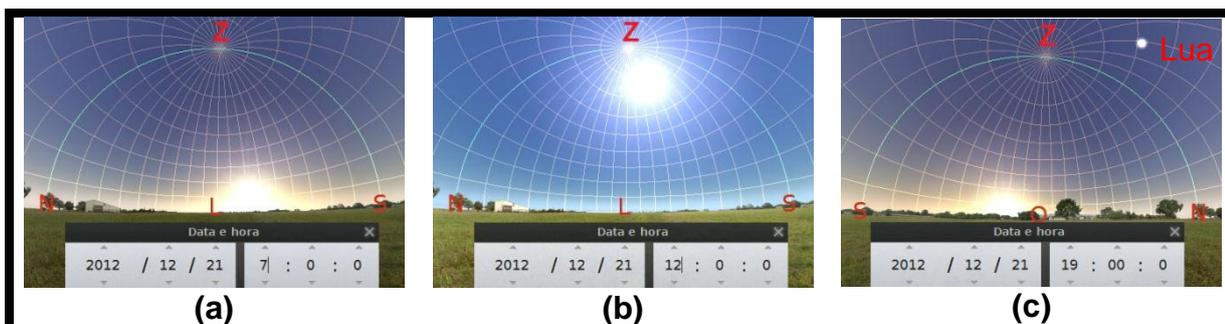


Figura 18 – Movimento do Sol durante o solstício de dezembro

Fonte: Imagens do autor a partir do *software Stellarium (STELLARIUM, 2014)*.

Em Montes Claros (MG), o Sol passa pelo meridiano local, exatamente no Zênite, duas vezes ao ano; pode-se, então, observar o Sol a pino, como mostra a Figura 19.

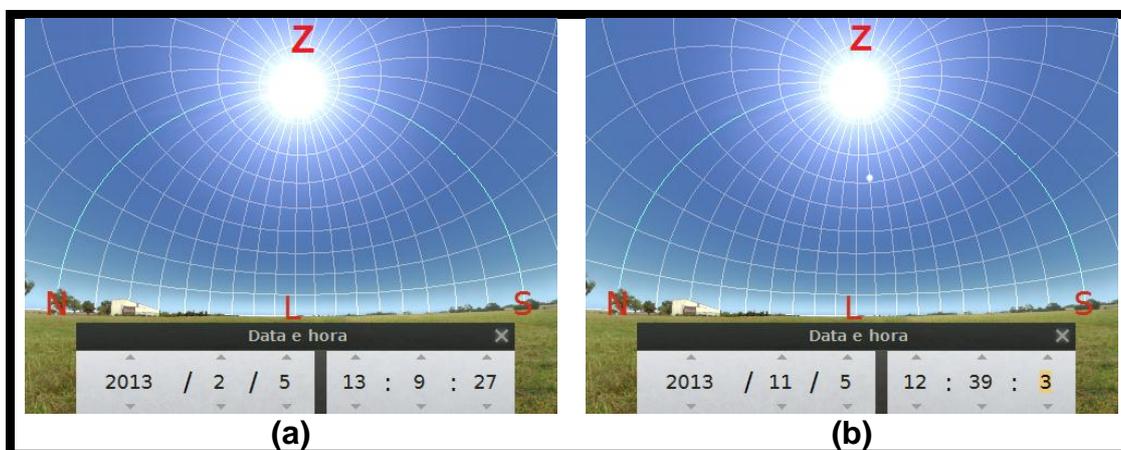


Figura 19 – Sol a pino (Sol no zênite)²⁵

Fonte: Imagens do autor a partir do *software Stellarium (STELLARIUM, 2014)*.

No fenômeno do Sol a pino, as sombras estarão exatamente embaixo dos objetos que as produzem. Esse fato, que será abordado mais adiante, raramente acontece ao meio-dia, pois depende do local de observação. De acordo com a simulação realizada no *Stellarium (STELLARIUM, 2014)*, em que se utilizou a projeção estereográfica ou planisférica, o sistema de coordenadas horizontal e a

²⁵ De acordo com o horário brasileiro de verão.

grade azimutal, na qual Z representa o Zênite (Figuras 19a e 19b), pode-se perceber que o fenômeno ocorreu no dia 5 de fevereiro de 2013, às 13h09min27s, e no dia 5 de novembro de 2013, às 12h39min03s, considerando-se o horário brasileiro de verão (12h09min27s e 11h39min03s, respectivamente de acordo com o fuso horário de Brasília-DF).

Outro fenômeno bastante interessante é o analema (Figura 20), que foi obtido através de várias fotografias do Sol, dia após dia, no mesmo horário. Esse movimento de descida e subida do Sol é causado pela inclinação do eixo da Terra, que é de aproximadamente $23,5^\circ$ em relação à perpendicular ao plano de sua órbita ao redor do Sol, combinado com o seu movimento de translação, que mesmo sendo uma elipse quase circular, provoca uma assimetria entre a parte superior e inferior da figura. O período gasto pelo Sol para voltar ao mesmo local no analema é de aproximadamente 365,2422 dias. Esse período é denominado de Ano Tropical, ou seja, é o período de revolução da Terra em torno do Sol com relação ao início das estações. (CDCC-USP, 2013).

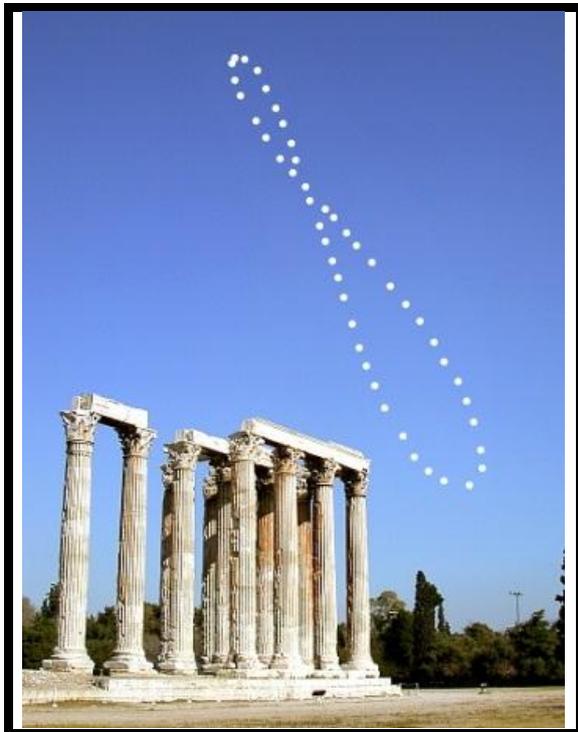


Figura 20 – Analema do Sol

Fonte: Imagem de autoria de Anthony Ayiomamitis²⁶. (AYIOMAMITIS, 2014).

²⁶ Anthony Ayiomamitis permitiu o uso da imagem nesta tese por *e-mail*, conforme Anexo D.

A simulação do analema no *software Stellarium* (STELLARIUM, 2014) é mostrada na Figura 21, sendo que a observação virtual em Montes Claros (MG) se deu no primeiro dia de cada mês às 11h nos meses em que é adotado o horário brasileiro de Verão (Fig. 21 (a), (b), (k) e (l)) e 10h nos demais meses do ano.

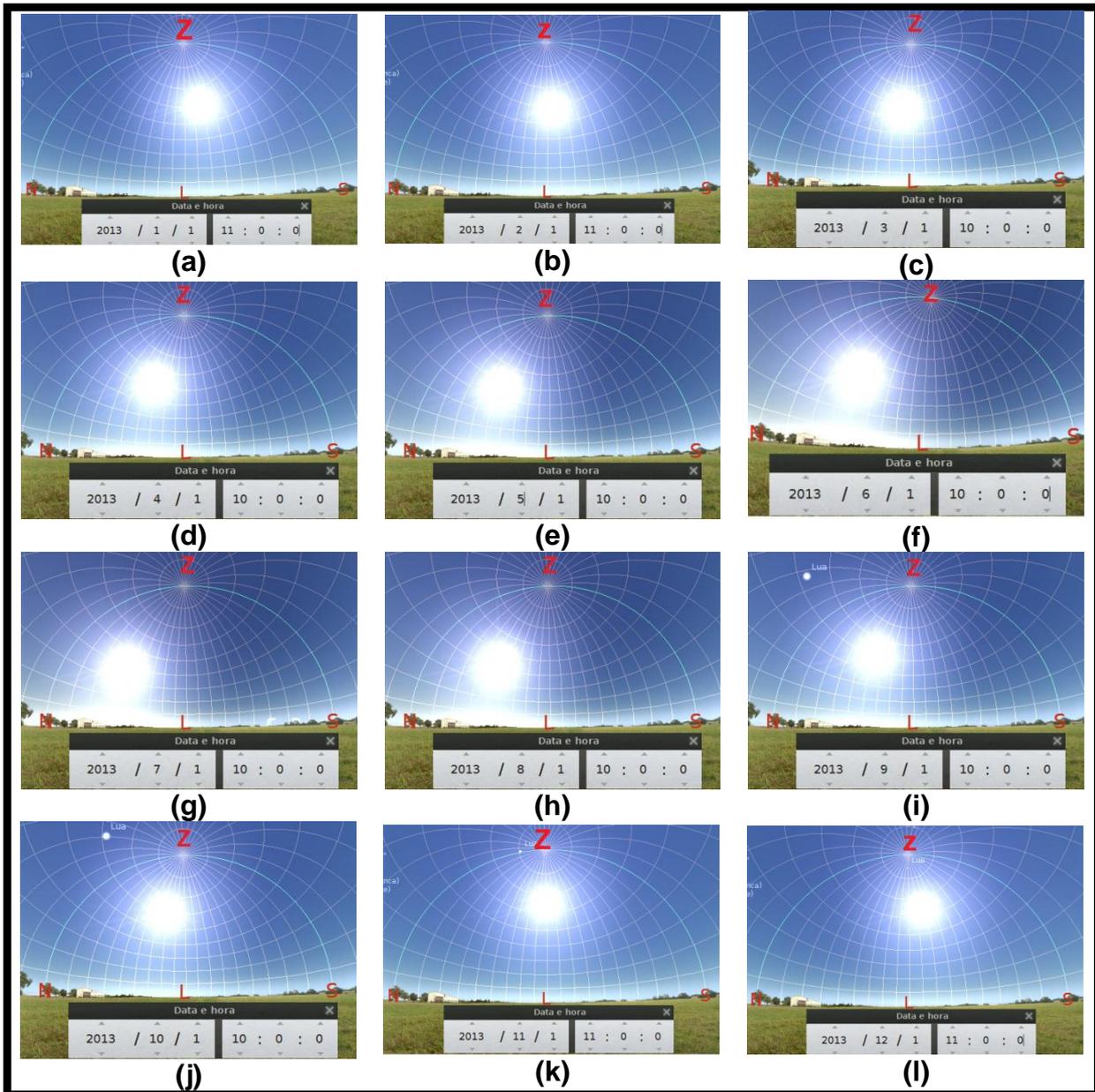


Figura 21 – Movimento do Sol no decorrer dos meses do ano em Montes Claros (MG)²⁷

Fonte: Imagens do autor a partir do *software Stellarium* (STELLARIUM, 2014).

²⁷ Foram utilizadas a projeção estereográfica ou planisférica, o sistema de coordenadas horizontal e a grade azimutal (na qual Z representa o Zênite). A linha que une o norte (N) e o sul (S), passando pelo Zênite, representa o meridiano local. O horário brasileiro de verão foi considerado para as figuras (a), (b), (k) e (l).

Conforme indicam várias pesquisas (BOCZKO, 1998; LANGHI; NARDI, 2005; 2007b; LEITE; HOSOUME, 2005), erros conceituais em Astronomia relacionados ao movimento aparente do Sol são comuns em livros didáticos. Nesse sentido, solicitou-se aos alunos que fizessem uma pesquisa em livros didáticos e sites da *internet* procurando encontrar e analisar eventuais erros conceituais sobre temas relacionados à Astronomia.

A Figura 22 exemplifica uma atividade extraída de um livro didático de Geografia do quarto ano do Ensino Fundamental (SIMIELLI, 2012), bem recente e atual, e utilizado em várias escolas públicas e particulares.

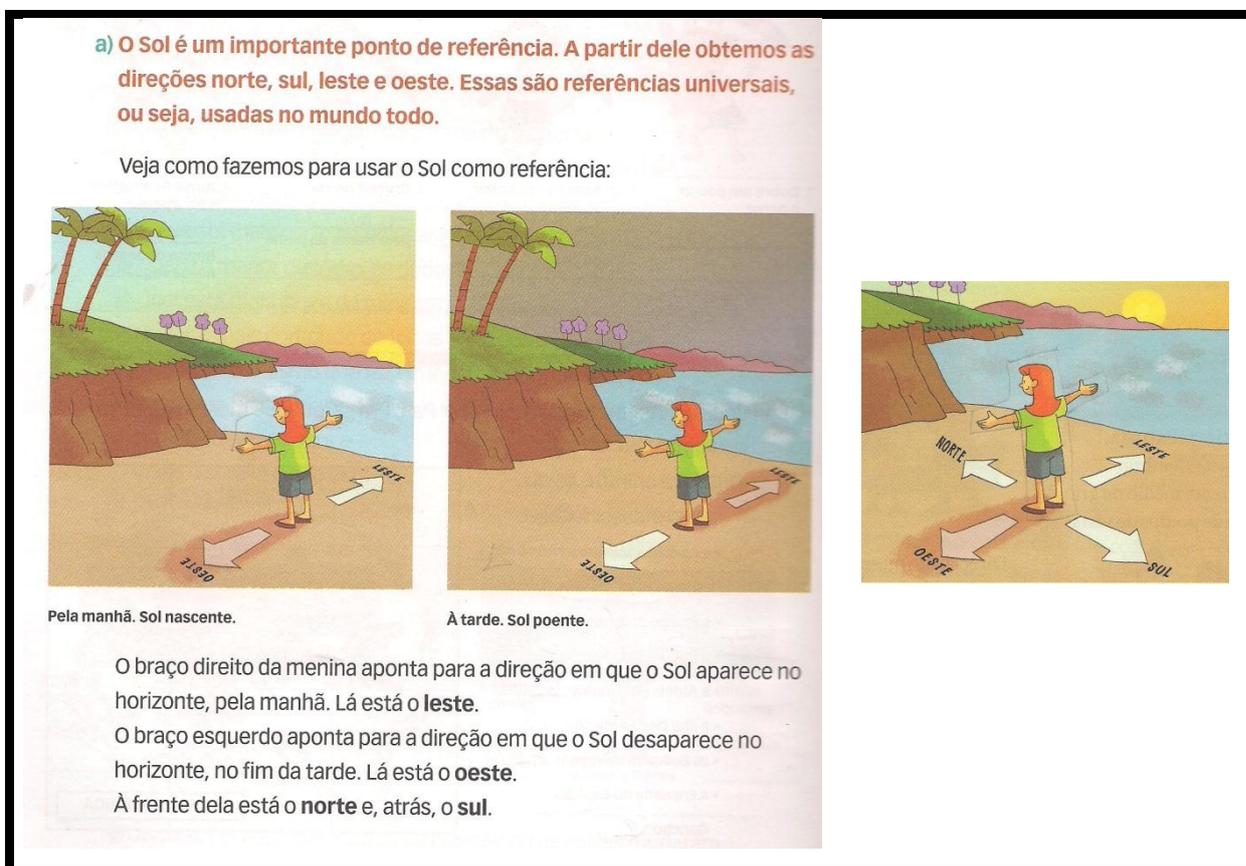


Figura 22 – Atividade de localização pelo Sol proposta em livro didático

Fonte: Simielli (2012, p. 42 e 43).

A atividade sugere que esticando o braço direito para o nascente, encontra-se o leste; com o braço esquerdo apontando para poente, encontra-se o oeste, à frente está o norte e atrás, o sul. Erros dessa natureza são comuns, como afirmam Boczko (1998) e Paula e Oliveira (1997). Explicação sobre esses erros será dada mais adiante.

Até mesmo na *internet* é possível encontrar erros relacionados a temas básicos de Astronomia, espalhados em vários *sites*. A Figura 23 é um exemplo típico em que é possível identificar, no mínimo, três erros relacionados a conceitos básicos de Astronomia.

A gente precisa saber onde está

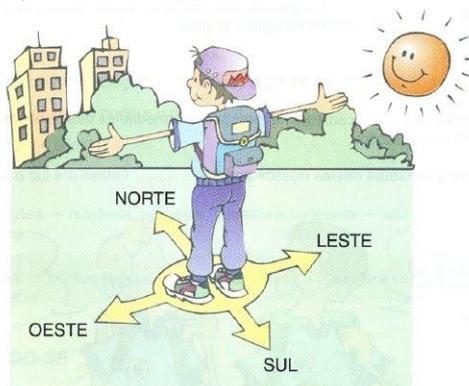
Estamos sempre marcando os lugares, nossa casa, nossa cama, à direita, à esquerda, perto de...

Assim, temos sempre um ponto de referência. A partir desses objetos, indicamos direções.

Há muito tempo que as pessoas observam o sol nascer de um lado da Terra e se pôr do lado oposto todos os dias. Então, ficou combinado usar o Sol como referência para marcar quatro rumos, chamados pontos cardeais: Norte, Sul, Leste e Oeste.

Para saber em que direção fica a escola, por exemplo, você pode se orientar pelos pontos cardeais, observando o Sol.

Todos os dias o Sol aparece no nascente e desaparece no poente. Esticando o braço direito para o nascente, você encontra o Leste. Seu braço esquerdo indica o Oeste. À sua frente fica o Norte e, atrás, o Sul.



Porém além do Sol, o homem também descobriu outras maneiras de se orientar. Vamos conhecer algumas delas?

Orientação pelo Cruzeiro do Sul

Durante a noite, podemos localizar os pontos cardeais através do Cruzeiro do Sul, que é uma constelação composta de onze estrelas, sendo que as quatro principais formam uma cruz. A ponta inferior sempre indica o Sul.

Orientação pela bússola

O desenho ao lado é de uma bússola, um aparelho que contém uma agulha imantada que sempre está indicando a direção Norte. A bússola é utilizada em aviões, em navios, por viajantes, para determinar as direções a serem seguidas.

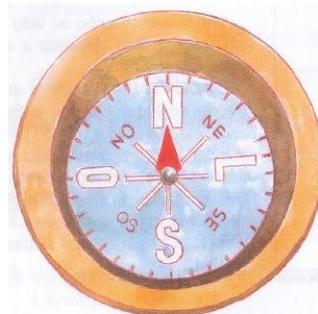


Figura 23 – Atividade de localização sugerida em um *blog*

Fonte: Rodrigues (2011).

O primeiro erro está relacionado com a atividade desenvolvida neste tópico, e é semelhante ao apresentado em Simielli (2012), analisado anteriormente. Esse método prático de localização aparece constantemente em diversos recursos pedagógicos, levando o leitor a crer que o Sol nasce no leste e se põe no oeste todos os dias do ano. O que se viu na atividade com o *Stellarium* é que isso não é verdade, pois o Sol nasce no leste e se põe no oeste somente duas vezes ao ano, que são os equinócios de março e setembro.

O segundo erro está relacionado ao Cruzeiro do Sul, quando se afirma que a ponta inferior da cruz sempre aponta para o Sul. Na verdade, o Cruzeiro do Sul gira em torno do polo celeste sul (PCS), de tal forma que o corpo da cruz aponta sempre para o PCS, daí é possível determinar o ponto cardeal sul (BOCZKO, 1998; OLIVEIRA, 2007). Esse tema será abordado com mais detalhes na Atividade V.

O terceiro erro está relacionado com a localização através da bússola, em que não se faz referência à declinação magnética que varia de acordo com o local e com a época da observação, embora esta última variação quase não seja notada, pois ocorre muito lentamente ao longo dos anos. Então, pode-se dizer que a declinação magnética é o ângulo entre a direção do ponto cardeal norte (norte geográfico) e a direção norte indicada pela bússola (norte magnético) (BOCZKO, 1984; OLIVEIRA, 2007), de modo que a bússola geralmente não indica exatamente os pontos cardiais. Ao lidar com essa temática, o professor deve ter o cuidado de distinguir o ponto cardeal em si da região na qual ele se encontra. Assim, a maneira apresentada nos vários recursos pedagógicos permite ao aluno se localizar, mas não achar os pontos cardiais exatamente, e sim a região onde eles podem se encontrar, conforme salientam Boczko (1998) e Langhi e Nardi (2007b).

Atividade II – Observações da Lua

Conteúdo abordado: Fases da Lua e sua influência em eventos na Terra.

Objetivos: Observar a Lua, suas fases, seu ciclo, sua topografia e reparar que relação ela tem com eventos na Terra.

Problematização inicial

Iniciou-se o tópico com as seguintes questões problemas no roteiro de estudos do AVA *Moodle* (MOODLE, 2014): Em que fase a Lua está hoje? Como descobrir? Procure a Lua no céu. Achou? Que formato ela apresenta? Não achou? Por que será?

Estas questões despertaram a curiosidade dos alunos, uma vez que, desde o início do curso, eles foram incentivados a observar a Lua e anotar o dia, horário e sua forma apresentada no céu. As observações foram registradas nos fóruns do *Moodle*. (MOODLE, 2014).

Organização do conhecimento

Na organização do conhecimento, disponibilizou-se no *Moodle* (MOODLE, 2014) um texto de aprofundamento sobre a observação da Lua, intitulado “A Lua (I) – Observações²⁸”, de autoria do prof. Rodolfo Langhi (LANGHI, 2011c), uma simulação²⁹ e um vídeo sobre a Lua e as marés³⁰.

Aplicação do conhecimento

Este momento pedagógico contou com várias atividades com o intuito de fixar os conceitos estudados no momento da organização do conhecimento.

No encontro presencial, utilizou-se a maquete do sistema Sol-Terra-Lua para discutir com os alunos a ocorrência das fases da Lua, bem como o fato de a mesma não ser observada no céu todos os dias.

Antes da utilização da maquete do sistema Sol-Terra-Lua, foi ressaltada a ausência de proporcionalidade tanto de distância, quanto de tamanho dos astros envolvidos na simulação do sistema. Em um dos encontros presenciais, foram

²⁸ Texto disponibilizado para os alunos do Curso de Extensão em Astronomia no AVA *Moodle* do IFNMG <<http://moodle.ifnmg.edu.br/>> que é um ambiente restrito. Atualmente está disponível em: <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWVpbnxqb3N1ZWVudHVuZXNtYWwvZG98Z3g6NGY3MTFmYTU3YTQzNjcyZg>>. Acesso em: 2 set. 2014.

²⁹ Simulação disponível em: <<http://astro.unl.edu/naap/lps/animations/lps.html>>. Acesso em: 2 set. 2014.

³⁰ Vídeo disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=P7XVjmcn0UE&feature=youtu.be>>. Acesso em: 2 set. 2014.

desenvolvidas juntamente com os alunos duas atividades práticas: uma que mostrou a proporcionalidade de distância (Anexo A) e outra que mostrou a proporcionalidade de tamanho do sistema planetário do Sol (Anexo B).

Na fase de Lua nova (Figura 24a) a Lua nasce por volta de 6h e se põe em torno de 18h. A Terra, a Lua e o Sol estão alinhados. O observador na Terra não verá a Lua, pois o lado iluminado estará voltado para o céu. Nessa situação, a face oculta da Lua está sendo iluminada, daí conclui-se que não é verdade dizer que esta face está sempre no escuro. Em algumas situações é possível ver a Lua no céu na fase de Lua nova, fracamente iluminada pela luz refletida na Terra - essa luz é chamada luz cinérea.

Na fase de Lua cheia (Figura 24b), a Lua apresenta um brilho inconfundível, pois toda a sua face iluminada está voltada para a Terra, permitindo aos observadores dos dois hemisférios da Terra verem a Lua totalmente iluminada. Nessa fase, ela nasce por volta das 18h e se põe em torno de 6h, podendo, portanto, ser vista no céu durante praticamente toda a noite.



Figura 24 – Representação das fases da Lua nova e cheia com a maquete

Fonte: Dados da pesquisa. Figura meramente ilustrativa e fora de escala de tamanho e distância.

Na Lua minguante (Figura 25a) e na Lua crescente (Figura 25b), o Sol, a Terra e a Lua formam um ângulo de 90° , e os observadores aqui na Terra verão metade da face visível da Lua iluminada e metade não iluminada. O aspecto que a Lua apresenta no céu nessas fases depende da localização do observador em cada hemisfério da Terra.

No quarto crescente, a Lua nasce próximo ao meio-dia e se põe por volta de meia-noite, assim é possível vê-la no céu no período da tarde e em parte da noite.

No quarto minguante, a Lua nasce por volta da meia-noite e se põe por volta do meio-dia, assim é possível vê-la no céu no período da noite e em parte da manhã.

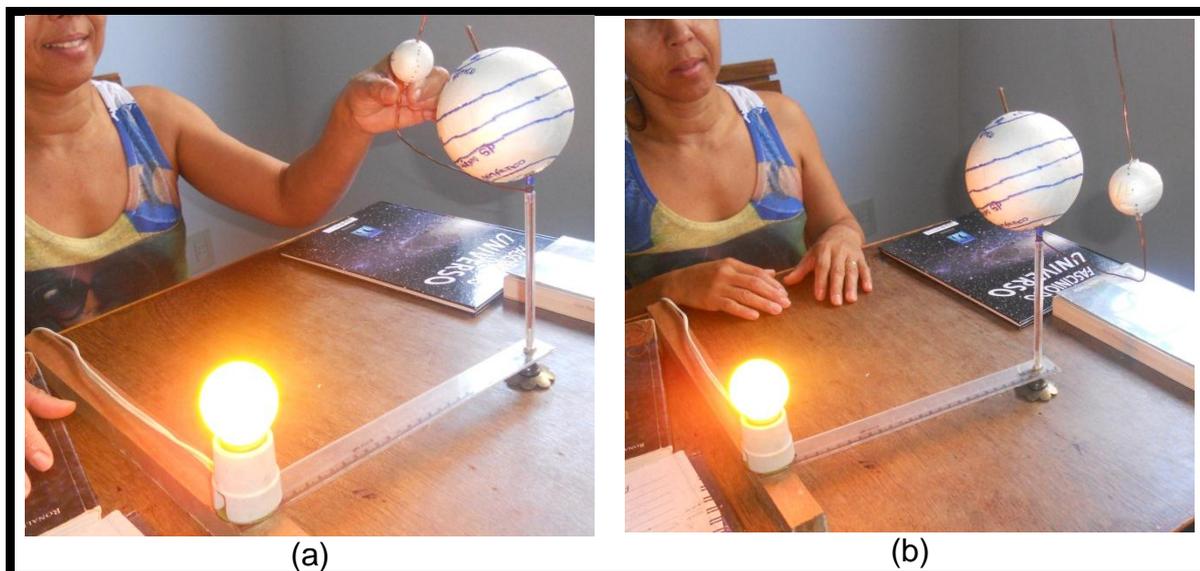


Figura 25 – Representação das fases da Lua minguante e crescente com a maquete

Fonte: Dados da pesquisa. Figura meramente ilustrativa e fora de escala de tamanho e distância.

Através de simulações realizadas no *Stellarium* (STELLARIUM, 2014), os alunos tiveram a oportunidade de retomar as discussões originadas na problematização inicial e reconhecer as fases da Lua de acordo com sua aparência no céu.

Utilizando o recurso de simulação dos dias e das noites do *Stellarium* e a ferramenta *Zoom*, é possível acelerar o tempo e perceber as mudanças na aparência lunar no intervalo de um mês. Os alunos tiveram a oportunidade de verificar que as modificações na aparência lunar ocorrem de forma gradual, o que no dia a dia raramente é observado. A Figura 26 mostra a aparência da Lua ao nascer em cada fase, sem o efeito da atmosfera. Percebe-se que na fase nova, a face da Lua que está voltada para a Terra não é iluminada pelo Sol, não sendo, portanto, visível para os observadores da Terra.

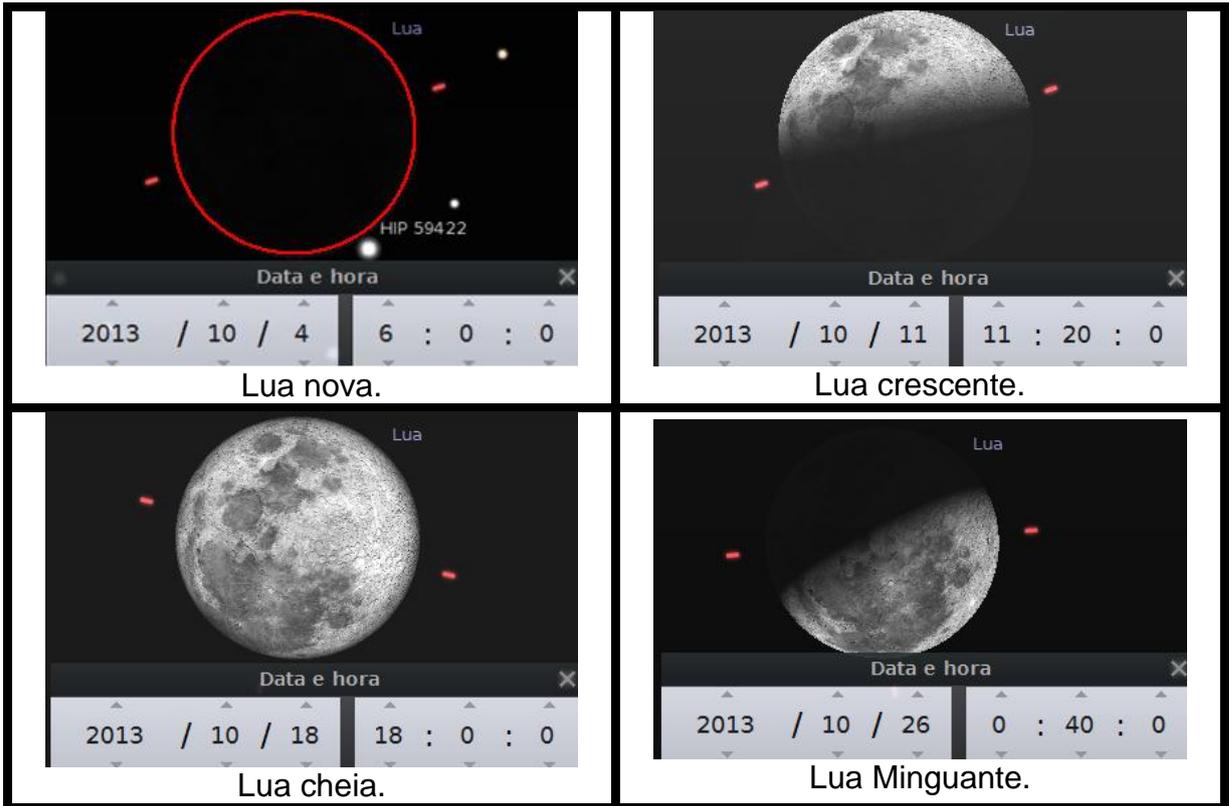


Figura 26 – Simulação das fases da Lua

Fonte: Imagens do autor a partir do *software Stellarium (STELLARIUM, 2014)*.

Atividade III – Eclipses

Conteúdo abordado: Interações Sol-Terra-Lua e suas relações com os eclipses.

Objetivos: Compreender as causas dos eclipses em termos dos movimentos e das órbitas da Lua e da Terra. Entender os motivos pelos quais não ocorrem eclipses solar e lunar todo mês.

Problematização inicial

Dando início às discussões desta atividade com os alunos, foram propostas as seguintes questões-problema no roteiro de estudos do *AVA Moodle (MOODLE, 2014)*:

- Por que não ocorrem um eclipse lunar e um solar por mês? Quais fatores combinados causam os eclipses?
- Quando ocorreu o último eclipse solar ou lunar em sua cidade? Quando será o próximo?

As discussões dos alunos foram registradas nos fóruns do *Moodle*. (MOODLE, 2014).

Organização do conhecimento

Na organização do conhecimento, disponibilizou-se no *Moodle* (MOODLE, 2014) um texto de aprofundamento sobre eclipses, intitulado “Interações Sol-Terra-Lua: Eclipses³¹”, de autoria do professor Rodolfo Langhi (LANGHI, 2011d), uma simulação³² e um vídeo³³ sobre os eclipses.

Aplicação do conhecimento

Os eclipses, que consistem no ato de encobrir parcialmente ou totalmente um corpo celeste por meio da interposição de outro, são observados pela humanidade desde a antiguidade e causaram espanto e deslumbramento, sendo que os primeiros registros conhecidos são dos chineses e dos mesopotâmios, há cerca de quatro mil anos. Mourão (1997) afirma que os eclipses tiveram grande importância para o desenvolvimento da Astronomia, em relação ao entendimento da dinâmica do sistema Sol-Terra-Lua e para a observação das camadas mais externas do Sol, tais como a cromosfera e a coroa. Mourão (1997) salienta ainda que, até a invenção do coronógrafo pelo astrônomo francês Bernard Lyot em 1930, o único meio de se observar a coroa solar era através do eclipse total do Sol. Os eclipses solares contribuíram também para a confirmação da teoria geral da relatividade de Albert Einstein, como afirma Mourão (1997).

A intersecção entre o plano da órbita da Terra em torno do Sol com o plano da órbita da Lua em torno da Terra é chamada de linha dos nodos (Figura 27), como afirmam Oliveira Filho e Saraiva (2012). Para ocorrer os eclipses, Sol, Terra e Lua devem estar próximos da linha dos nodos. Observe que a órbita da Lua possui uma inclinação de aproximadamente $5,2^\circ$ em relação ao plano da órbita da Terra.

³¹ Texto disponibilizado para os alunos do Curso de Extensão em Astronomia no AVA Moodle do IFNMG <<http://moodle.ifnmg.edu.br/>> que é um ambiente restrito. Atualmente está disponível em: <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbncqb3N1ZWVudHVuZXNtYWNIZG98Z3g6NTlwZTMzNzI0MTUxYTlhNQ>>. Acesso em: 2 set. 2014.

³² Simulação disponível em: <<http://astro.unl.edu/classaction/animations/lunarcycles/shadowsim.html>>. Acesso em: 2 set. 2014.

³³ Vídeo disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=IFuM1T7jvk>>. Acesso em: 2 set. 2014.

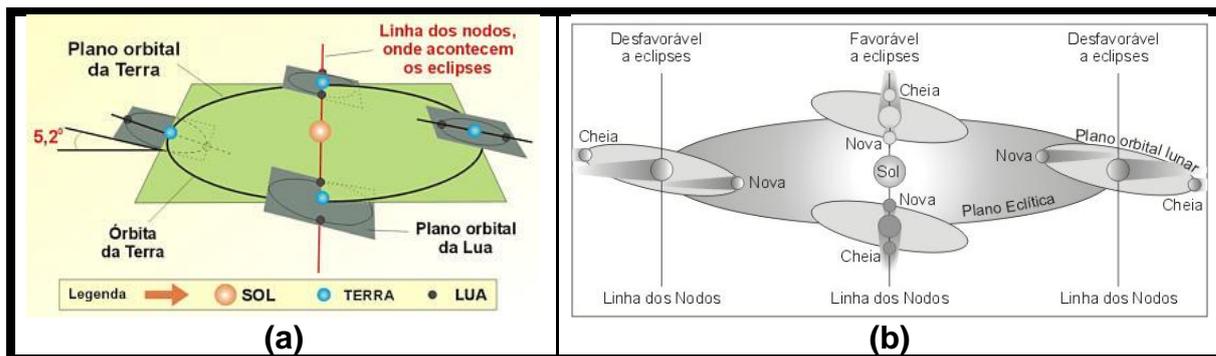


Figura 27 – Representação do plano orbital da Terra em torno do Sol, e da Lua em torno da Terra e a linha dos nodos, que é a intersecção desses dois planos
 Fonte: (a) Colégio Específico³⁴. (b) Santiago (2005), adaptada. Figuras fora de escala de tamanho e distância.

Os eclipses do Sol podem ser total, anular ou parcial (Figura 28), dependendo da posição da Lua em sua órbita e da localização do observador, que pode estar na região de umbra ou penumbra.

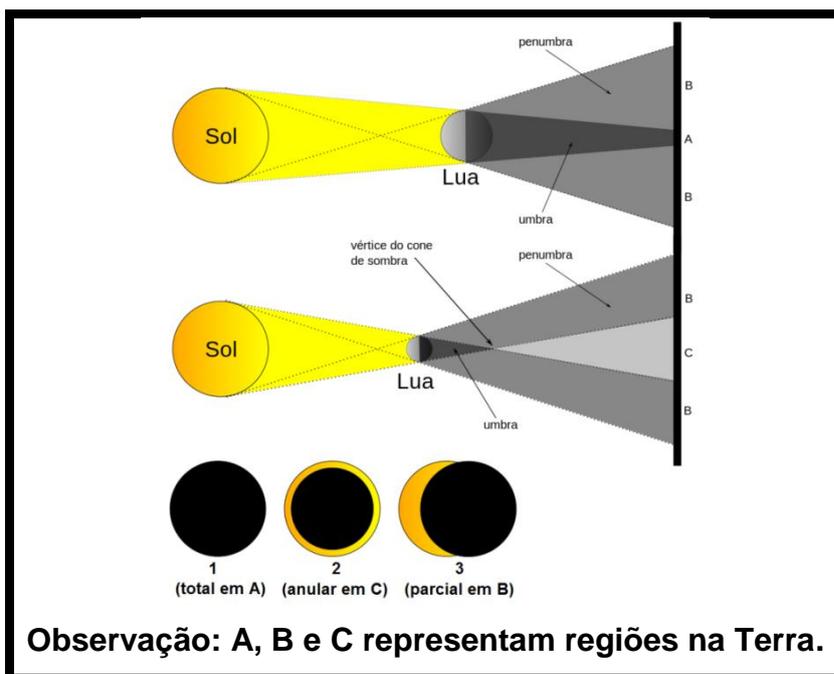


Figura 28 – Esquema comparativo mostrando a situação em que ocorrem os diferentes tipos de eclipse: total, anular e parcial.

Fonte: Imagem de autoria de FSogumo (2007), adaptada. Figura fora de escala de tamanho e distância.

Para ocorrer o eclipse do Sol, a Lua deve estar em conjunção e não muito afastada de um dos nodos da sua órbita. Os eclipses solares podem acontecer até cinco vezes por ano; sendo que os totais são visíveis, se o clima permitir, apenas

³⁴ Imagem disponível em <http://www.especifico.com.br/professor/geral/ajaxfile/22/eclipse_08.jpg>. Acesso em: 2 set. 2014.

para os habitantes da Terra que estejam dentro da faixa de sombra da Lua, que é chamada de caminho do eclipse. De acordo com Mourão (1997), esse caminho pode atingir até 300 quilômetros de largura; e os eclipses mais longos podem durar até 7min58s. Nas regiões laterais (faixa de penumbra), ocorre o eclipse parcial, como mostra a Figura 29.

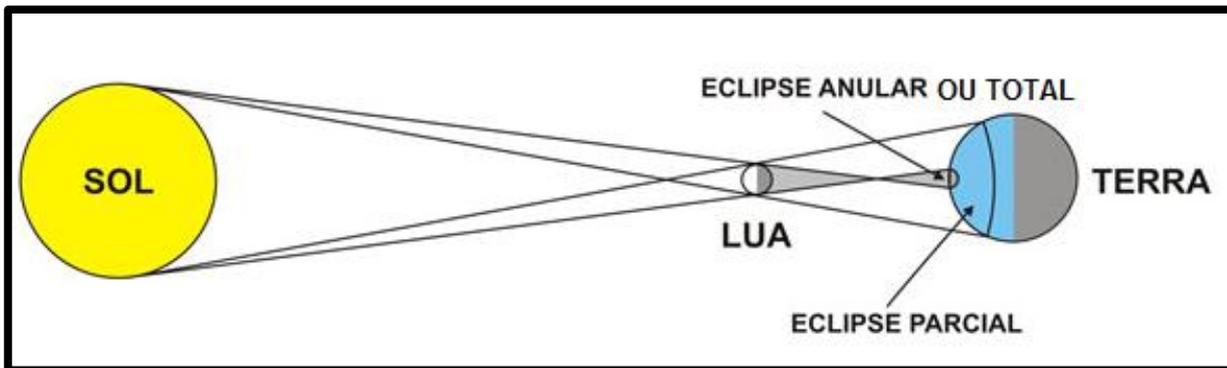


Figura 29 – Representação geométrica fora de escala dos eclipses

Fonte: CDCC-USP (2006), adaptada. Figura fora de escala de tamanho e distância.

O plano da órbita da Lua ao redor da Terra está inclinado em cerca de $5,2^\circ$ (Figura 30) em relação ao plano da órbita da Terra, sendo assim os eclipses só ocorrem quando a Lua está nas fases de Lua cheia ou nova e passa perto da linha dos nodos. (MOURÃO, 1997).

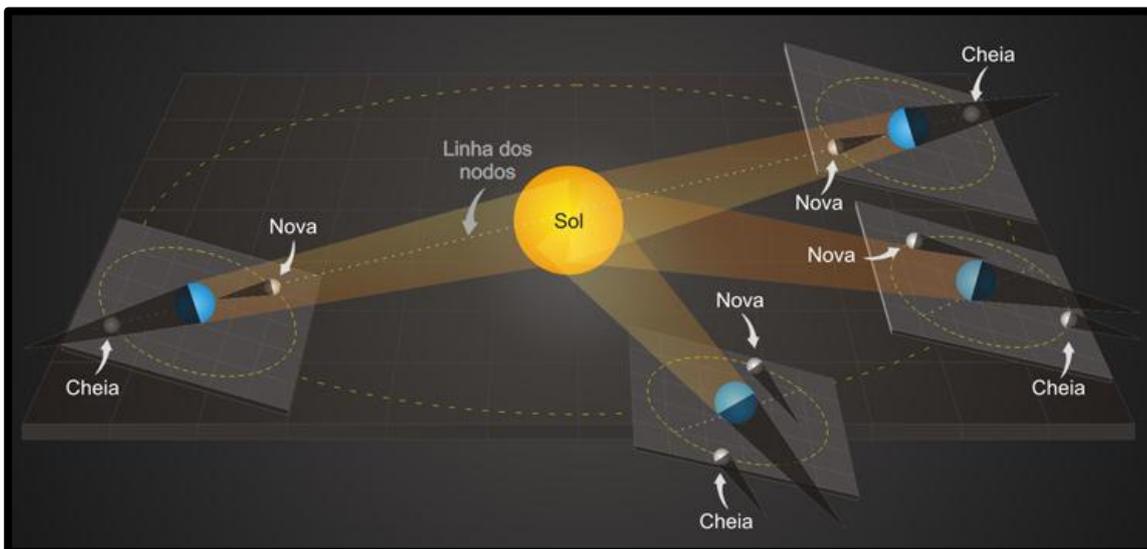


Figura 30 – O plano da órbita da Lua em torno da Terra não coincide com o plano da órbita da Terra em torno do Sol

Fonte: Oliveira Filho e Saraiva (2012). Figura fora de escala de tamanho e distância.

O eclipse solar anular é particularmente lindo de se ver com a devida proteção, e possui três condições para ocorrer: **(i)** a Lua deve estar na fase nova; **(ii)** a Lua deve estar próxima da linha dos nodos; **(iii)** a Lua deve estar o mais distante

possível da Terra, ou seja, ela deve estar nas proximidades do apogeu de sua órbita ao redor da Terra.

Com o objetivo de fixar os conceitos estudados no momento da organização do conhecimento, foram realizadas diversas atividades, como as apresentadas nesta seção. As representações em duas dimensões possuem várias limitações e podem causar erros na interpretação dos fenômenos. As representações em três dimensões permitem ver a movimentação dos objetos em profundidade, sendo, no entanto, limitadas quanto à proporcionalidade das dimensões dos corpos celestes representados e de suas distâncias relativas. Utilizando-se a maquete do sistema Sol-Terra-Lua, é possível representar e discutir a formação dos eclipses.

A Figura 31 mostra uma condição no qual ocorrerá o eclipse do Sol.

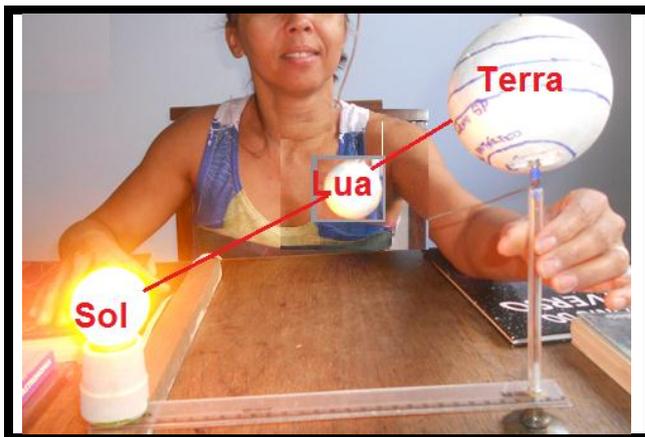


Figura 31 – Representação do eclipse solar com a maquete

Fonte: Dados da pesquisa. Figura meramente ilustrativa e fora de escala de tamanho e distância.

A Lua encontra-se na fase nova, portanto está entre o Sol e a Terra. O alinhamento será quase perfeito e, portanto, ocorrerá eclipse solar quando ela passar próxima à linha dos nodos, que é a intersecção entre o plano da órbita da Lua em torno da Terra e o plano da órbita da Terra em torno do Sol.

Na Lua cheia pode ocorrer o eclipse lunar, pois ela passa pela sombra da Terra. Esse eclipse ocorre quando a Lua passa próxima à linha dos nodos, e acontece o alinhamento Sol-Terra-Lua, como mostra a Figura 32.

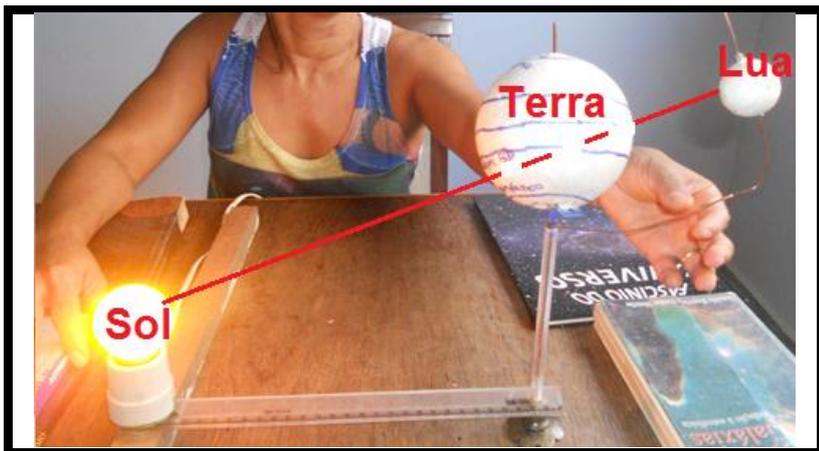


Figura 32 – Representação do eclipse lunar com a maquete

Fonte: Dados da pesquisa. Figura meramente ilustrativa e fora de escala de tamanho e distância.

Com o *software Stellarium* (STELLARIUM, 2014) foram simuladas situações em que ocorreram eclipses e discutidos alguns fatos históricos. A observação do eclipse total do Sol do dia 29 de maio de 1919, por exemplo, tem importância histórica para os brasileiros e para o desenvolvimento da ciência em geral e da Astronomia em particular. Foram organizadas duas expedições pela Sociedade Astronômica Real da Grã-Bretanha (*Royal Astronomical Society - RAS*) com o objetivo de verificar a deflexão dos raios luminosos das estrelas no campo gravitacional do Sol e, assim, comprovar experimentalmente, de acordo com Mourão (1997) e Videira (2005), a Teoria da Relatividade de Einstein. Uma delas, liderada por Arthur Stanley Eddington, dirigiu-se à ilha do Príncipe na África. A outra, chefiada por Andrew Crommelin, dirigiu-se à Sobral³⁵ no Ceará.

Há controvérsias sobre qual das duas expedições obteve melhor resultado, embora Videira (2005) afirme que as fotografias obtidas na Ilha do Príncipe foram prejudicadas devido ao mau tempo, e que apenas duas, em que se viam cinco estrelas, foram usadas. Já a equipe enviada a Sobral teve mais sorte e obteve oito chapas de boa qualidade com sete estrelas em cada uma.

O *Stellarium* (STELLARIUM, 2014) foi ajustado para a cidade de Sobral, com a data e a hora em que o fenômeno ocorreu. Através do *software*, utilizando-se a ferramenta *zoom*, é possível verificar que às 7h46min31s do dia 29 de maio de 1919, o disco lunar começou a sobrepor-se ao disco solar (Figura 33a).

³⁵ Vídeo “Do eclipse ao mito” disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=kmNF8uRxSWk>>. Acesso em: 2 set. 2014.

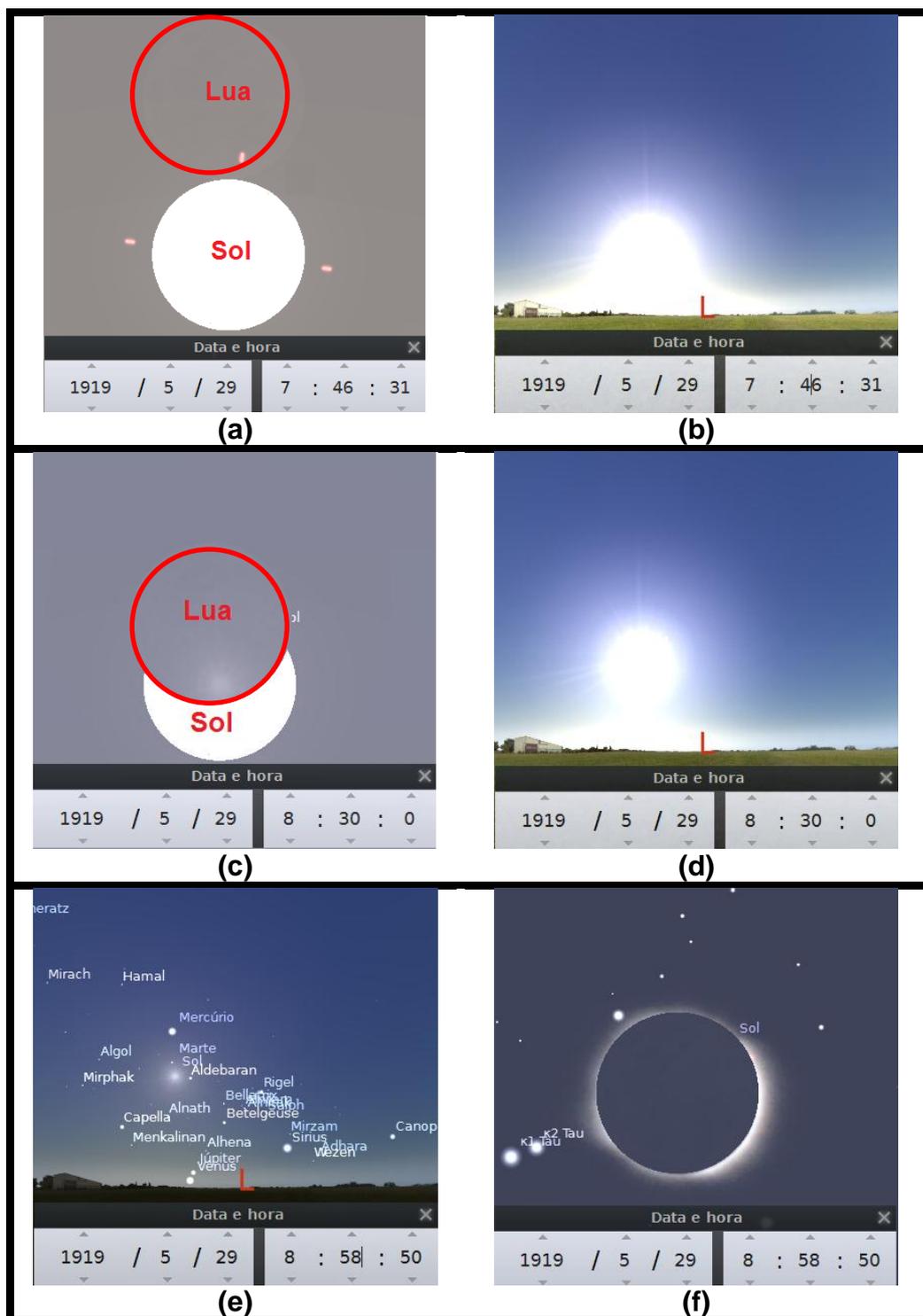


Figura 33 – Simulação dos momentos iniciais do eclipse de Sobral (CE) até a escuridão total

Fonte: Imagens do autor a partir do *software Stellarium (STELLARIUM, 2014)*.

É possível perceber ainda que o ápice do eclipse ocorreu às 8h58min50s (Figura 33e), sendo possível ver algumas estrelas e planetas. Utilizando-se a ferramenta *zoom* do *software* é possível ver ainda os raios da fotosfera (Figura 33f).

A Figura 34 mostra os momentos finais do eclipse de Sobral (CE), em que é possível ver a transição do disco da Lua sobre o disco do Sol. Percebe-se que o contato aparente final entre os discos do Sol e da Lua (Figura 34c) ocorreu às 10h29min50s.

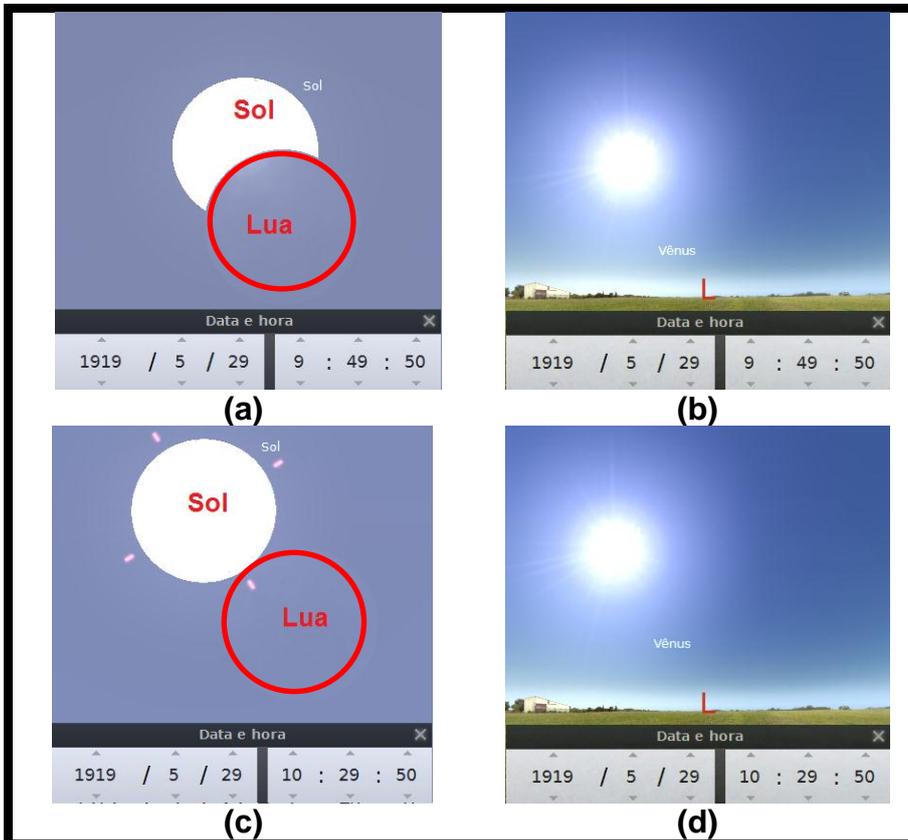


Figura 34 – Simulação dos momentos finais do eclipse de Sobral (CE)

Fonte: Imagens do autor a partir do software *Stellarium* (STELLARIUM, 2014).

Um eclipse solar total possui várias fases, sendo que do instante do primeiro contato aparente dos discos dos dois astros até a ocorrência da escuridão total são necessários cerca de noventa minutos. Nesse intervalo, vários fenômenos podem ocorrer: baixa da temperatura e da luminosidade, ventania e até mesmo a perturbação dos animais. Segundos antes da totalidade, é possível ver os últimos raios da fotosfera e, em seguida, aparecem a cromosfera e a coroa solar. Esta última é constituída basicamente de átomos ionizados a alta temperatura e por elétrons que são ejetados pelo Sol no espaço interplanetário, resultando no vento solar.

Os eclipses da Lua, apesar de ocorrerem em menor quantidade do que os do Sol, são mais comuns em cada lugar da Terra. Os eclipses do Sol ocorrem em

maior quantidade, mas são visíveis em uma faixa estreita onde a sombra da Lua atinge a Terra, e esses locais estão em uma superfície relativamente pequena, sendo cerca de 300 quilômetros de largura para os eclipses totais (MOURÃO, 1997; 1998).

Os eclipses da Lua ocorrem quando ela entra no cone de sombra da Terra, sendo, portanto, visível se o clima permitir, e com o mesmo aspecto de todos os lugares da Terra que tenham a Lua acima do horizonte (MOURÃO, 1998).

Para saber quando um eclipse da Lua será visível em determinado local, basta consultar algum *site*, como o *Astronomia no Zênite*³⁶, que fornece as datas dos eclipses e verificar os dias e horários em que a Lua cheia está acima do horizonte à noite.

Consultando o portal *Astronomia no Zênite*, verificou-se a ocorrência de um eclipse total da Lua em Montes Claros em 15 de abril de 2014 que simulado no *Stellarium* (STELLARIUM, 2014) gerou as imagens mostradas na Figura 35. O eclipse iniciou aproximadamente às 3h00min00s, quando a Lua começou a entrar no cone de sombra da Terra e pôde ser visto até ao amanhecer, quando a Lua se pôs no horizonte oeste.

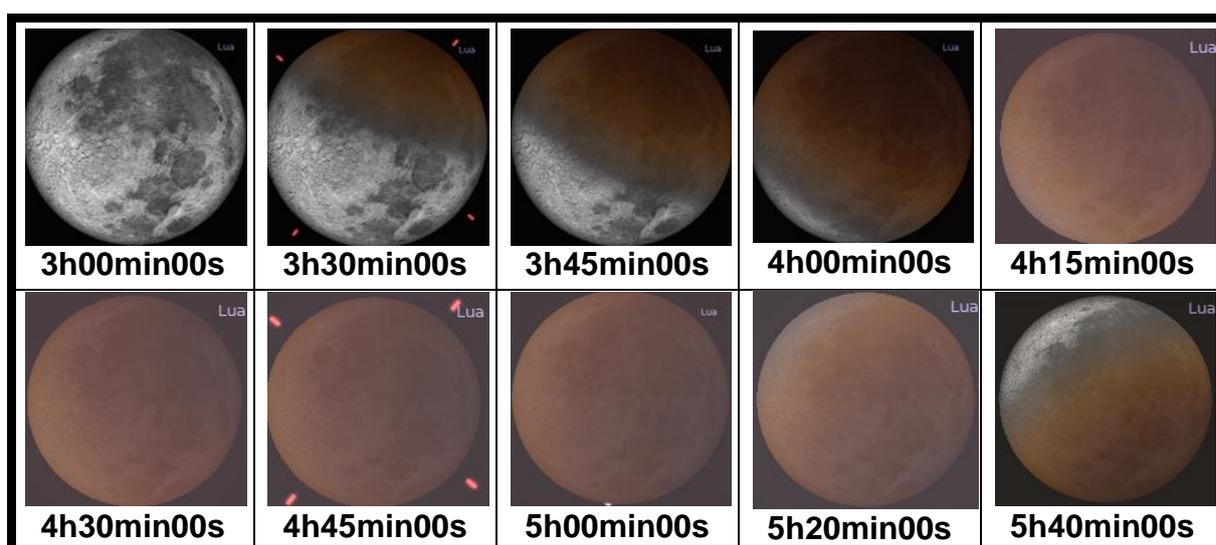


Figura 35 – Simulação do eclipse total da Lua em Montes Claros (MG) em 15/04/2014

Fonte: Imagens do autor a partir do *software Stellarium* (STELLARIUM, 2014).

³⁶ O portal de divulgação científica *Astronomia no Zênite* fornece os eclipses para várias cidades brasileiras. Disponível em <www.zenite.nu?encontreseueclipse>. Acesso em: 2 set. 2014.

De acordo com Mourão (1997), o eclipse de um astro de dimensão aparente menor que a do segundo astro denomina-se ocultação. Assim, o movimento da Lua em torno da Terra permite observar o fenômeno das ocultações das estrelas e planetas pelo disco lunar.

A ocultação do planeta Vênus ocorrida em 8 de setembro de 2013 foi visível em algumas regiões mais ao Sul do Brasil, como em Florianópolis (SC). Ajustando o *Stellarium* (STELLARIUM, 2014) para essa data e local, é possível simular o fenômeno, como mostra a Figura 36. Percebe-se que o início da ocultação ocorreu às 19h20min00s (Figura 36a) e o término às 19h53min00s (Figura 36c).

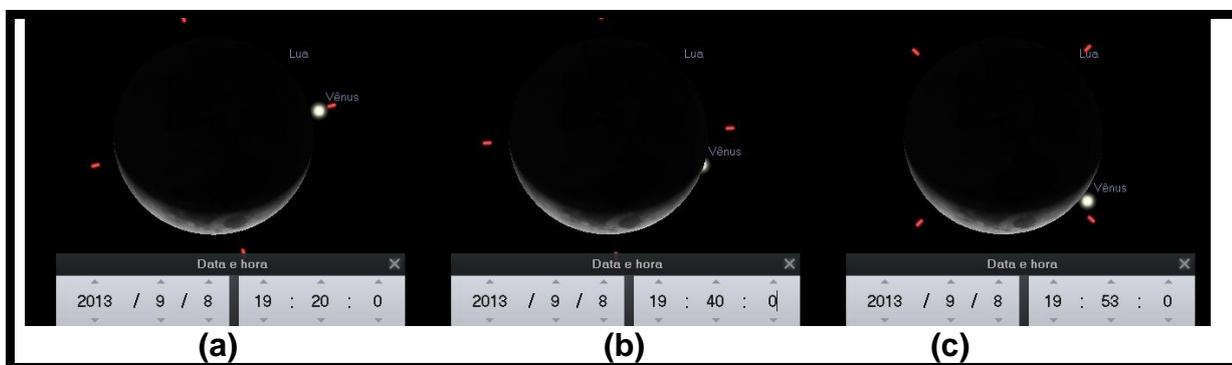


Figura 36 – Simulação da ocultação de Vênus vista em Florianópolis (SC)

Fonte: Imagens do autor a partir do *software Stellarium* (STELLARIUM, 2014).

Atividade IV – O Sol da meia-noite

Conteúdo abordado: Variação do dia e da noite nas diferentes estações.

Objetivos: Compreender a variação do dia e da noite nos diversos lugares da Terra, em diferentes latitudes e sua relação com as estações do ano.

Problematização inicial

Iniciou-se o tópico com as seguintes questões-problema: Como regra geral, pode-se dizer que a duração do dia claro é menor no inverno do que no verão? Quais as razões astronômicas que explicam esse fenômeno? Para quais lugares isso não é válido? Como é a duração da parte diurna e noturna do dia nas regiões dentro dos círculos polares? Por que é assim?

Organização do conhecimento

Na organização do conhecimento, disponibilizou-se para os alunos um texto sobre o movimento anual do Sol intitulado “Movimento Anual do Sol e Estações do Ano³⁷” (SARAIVA, OLIVEIRA FILHO e MÜLLER, 2012), uma simulação³⁸ e dois vídeos³⁹. Várias animações e *applets* relacionados à Astronomia podem ser encontradas no *Nebraska Astronomy Applet Project*⁴⁰ (Projeto *Applet* de Astronomia Nebraska - NAAP)

Aplicação do conhecimento

A região Polar Ártica se estende do Círculo Polar Ártico (66° 33' 44" N) até o polo norte (90° N), enquanto a região Polar Antártica se estende do Círculo Polar Antártico (66° 33' 44" S) até o polo sul (90° S).

O Sol da meia-noite é um fenômeno de rara beleza, que ocorre nas regiões polares devido à inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao seu plano orbital. Enquanto uma região polar fica exposta ao Sol por 24 horas durante alguns dias do ano, a outra permanece em escuridão pelo mesmo período. A quantidade de dias que ocorre o fenômeno do Sol da meia-noite varia conforme o local: quanto mais afastado dos polos (norte ou sul), menor o período de duração.

Esse espetáculo da natureza é bastante explorado pelos turistas, mas causa transtornos para os habitantes locais. Ocorre nos meses de verão ao norte do Círculo Polar Ártico e ao sul do Círculo Polar Antártico, onde o Sol nasce e se põe apenas uma vez no ano.

³⁷ Texto disponibilizado para os alunos do Curso de Extensão em Astronomia no AVA *Moodle* do IFNMG <<http://moodle.ifnmg.edu.br/>> que é um ambiente restrito. Atualmente está disponível em: <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbncqb3N1ZWVudHVuZXNtYWNIZG98Z3g6NDdmOGQ5NWUyZDE1M2U0Mw>>. Acesso em: 2 set. 2014.

³⁸ Simulação sobre a rotação da Terra, que é bastante interativa, disponível em <http://astro.unl.edu/naap/motion2/animations/ce_hc.html>. Simulador do movimento do Sol, disponível em <<http://astro.unl.edu/naap/motion3/animations/sunmotions.html>>. Acesso em: 2 set. 2014.

³⁹ Vídeos disponíveis em:

<https://www.youtube.com/watch?v=_jvBRaVJJo&list=PL5C45AAEB5A06514C&index=27> e <<https://www.youtube.com/watch?v=qtPeRBMEvHo&feature=youtu.be>>. Acesso em: 2 set. 2014.

⁴⁰ Portal que disponibiliza laboratório *online* destinado a alunos de graduação. Disponível em <<http://astro.unl.edu/naap/>>. Acesso em: 2 set. 2014.

Devido à inclinação do eixo da Terra, que de acordo com Mourão (2002) é de aproximadamente $23,5^\circ$ em relação à perpendicular ao plano de sua órbita, a intensidade dos raios solares não atinge igualmente todos os lugares do globo terrestre ao mesmo tempo.

Nos equinócios de março (Figura 37a) e setembro (Figura 37c), os raios solares atingem perpendicularmente o equador terrestre, fazendo com que os dias claros e as noites tenham a mesma duração. Já nos polos, o Sol fica na horizontal.

Nos solstícios de junho (Figura 37b) e dezembro (Figura 37d) o Sol se encontra afastado o máximo possível do equador, sendo que o afastamento máximo nos pontos extremos é de aproximadamente $23,5^\circ$ e é denominado obliquidade da eclíptica. (BOCZKO, 1984).

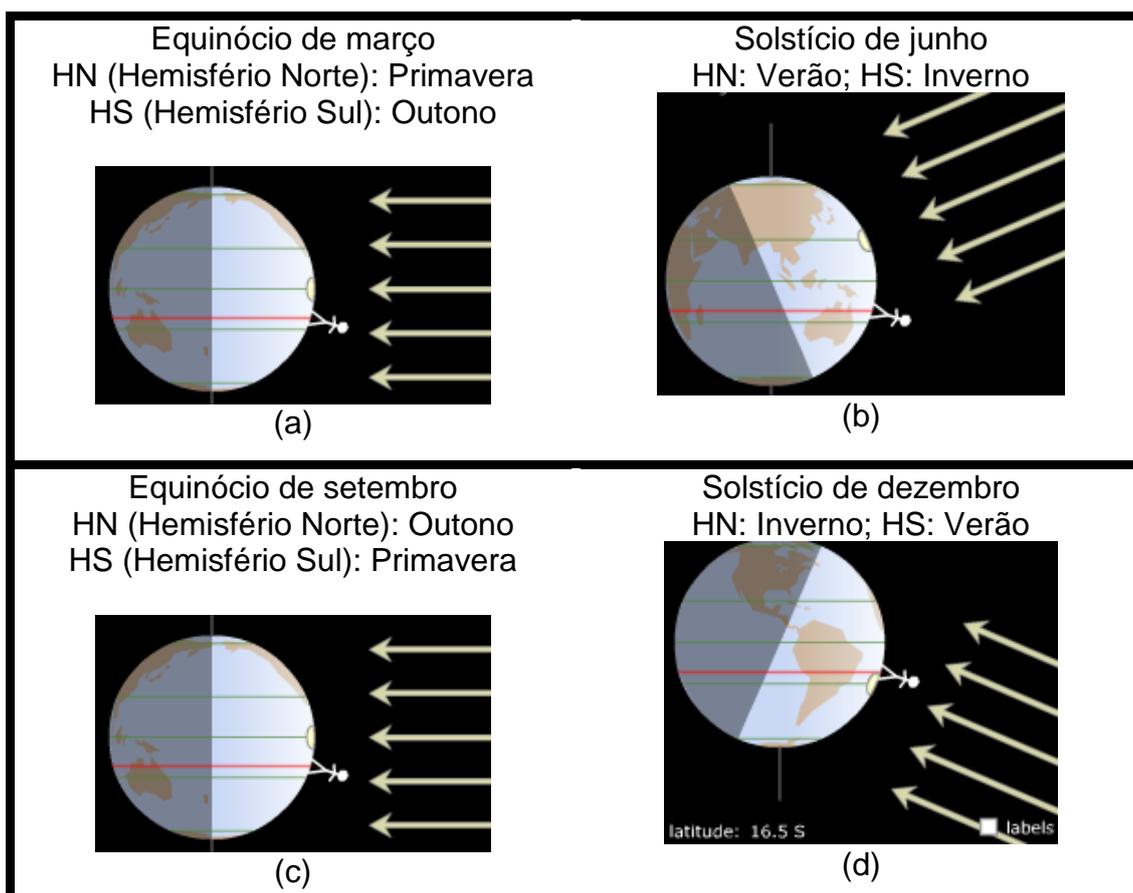


Figura 37 – Incidência dos raios solares na Terra e as estações do ano

Fonte: Imagem obtida através do simulador das estações do ano do NAAP⁴¹. Figura fora de escala de tamanho e distância.

⁴¹ Disponível em: <<http://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/eclipticsimulator.html>>. Acesso em 6 out. 2014.

A Figura 38 mostra a trajetória do movimento aparente do Sol ao longo do ano, nos solstícios de verão e inverno, bem como nos equinócios de primavera e outono.

Todos os lugares da Terra possuem quatro estações: primavera, verão, outono e inverno. No entanto elas são mais perceptíveis entre os polos e os trópicos. Já os polos apresentam características apenas das estações verão e inverno, pois o Sol permanece vinte e quatro horas acima do horizonte no verão e vinte e quatro horas abaixo do horizonte no inverno.

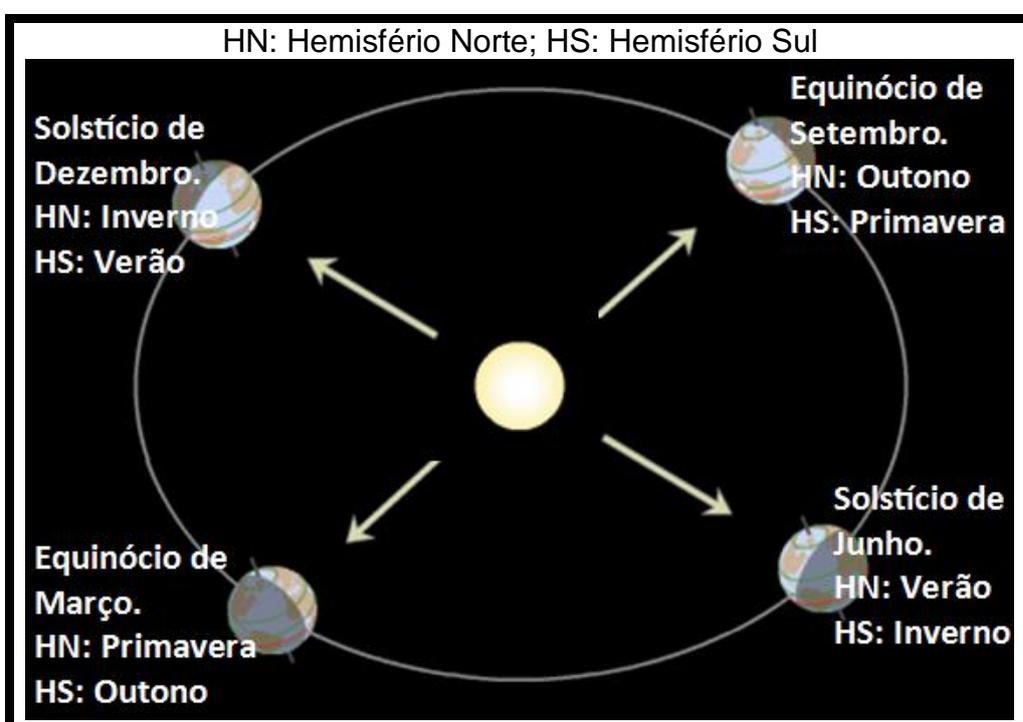


Figura 38 – Movimento aparente do Sol e as estações do ano

Fonte: Imagem obtida através do simulador das estações do ano do NAAP⁴². Figura fora de escala de tamanho e distância.

Durante as estações da primavera e verão de um determinado hemisfério, o Sol se encontra no hemisfério correspondente, sendo que a duração do dia claro é superior a doze horas, e conseqüentemente a noite possui duração menor que doze horas. No outono e inverno a situação se inverte, sendo que a duração do dia claro é inferior a doze horas, e conseqüentemente a noite possui duração maior que doze horas. (BOCZKO, 1984).

⁴² Disponível em: <<http://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/eclipticsimulator.html>>. Acesso em 6 out. 2014.

A duração máxima da parte diurna do dia ocorre no solstício de verão do hemisfério correspondente e o dia claro mais curto ocorre no solstício de inverno. Nos equinócios, o Sol se encontra no equador, então a duração da parte diurna e noturna será de doze horas. (BOCZKO, 1984).

Nos polos a situação é diferenciada, ocorrendo duas situações distintas: ou o Sol está acima do horizonte durante seis meses, ou está abaixo durante os outros seis meses. O Sol nasce no equinócio da primavera e se põe no equinócio de outono. (BOCZKO, 1984).

Nas regiões polares a variação do clima é mais drástica, principalmente nos dias que precedem e sucedem os solstícios. Há dias em que não ocorrerá o nascer e o caso do Sol, sendo que o Sol é visível mesmo à meia-noite. Em junho, por exemplo, o Sol da meia-noite ocorre nas regiões próximas do polo norte, quando é verão (Figura 39), enquanto nas regiões próximas ao polo sul, onde é inverno, ocorrem dias de escuridão total. Em dezembro o fenômeno se inverte, e enquanto é verão próximo ao polo sul, o Sol da meia-noite ocorre. Já nas regiões próximas ao polo norte, que está no inverno, experimentam dias de escuridão total.



Figura 39 – Sol da meia-noite em junho visto da montanha Luossavaara, em Kiruna, Suécia

Fonte: Imagem de autoria de Helleborus (2007).

Com o *Stellarium* (*STELLARIUM*, 2014) é possível simular o fenômeno do Sol da meia-noite, bem como a variação do dia claro e da noite em diferentes latitudes. Para isso, basta escolher o local e utilizar a ferramenta de acelerar o

tempo. É possível verificar ainda a época do ano em que a região recebe maior ou menor quantidade de luz solar.

Para simular o fenômeno do Sol da meia-noite, o *software* foi ajustado para dois locais distintos, sendo um na região Polar Ártica, cujas coordenadas geográficas são latitude (90° 00' 00" N), longitude (00° 00' 00" E) e altitude (0 m), e o outro na região Polar Antártica, cujas coordenadas geográficas são latitude (90° 00' 00" S), longitude (00° 00' 00" E) e altitude (0 m).

A Figura 40 mostra a simulação do Sol da meia-noite no solstício de junho. Observa-se que à meia-noite, enquanto é dia na região Polar Ártica, é noite na região Polar Antártica, onde se pode ver o céu estrelado com o Cruzeiro do Sul em destaque.

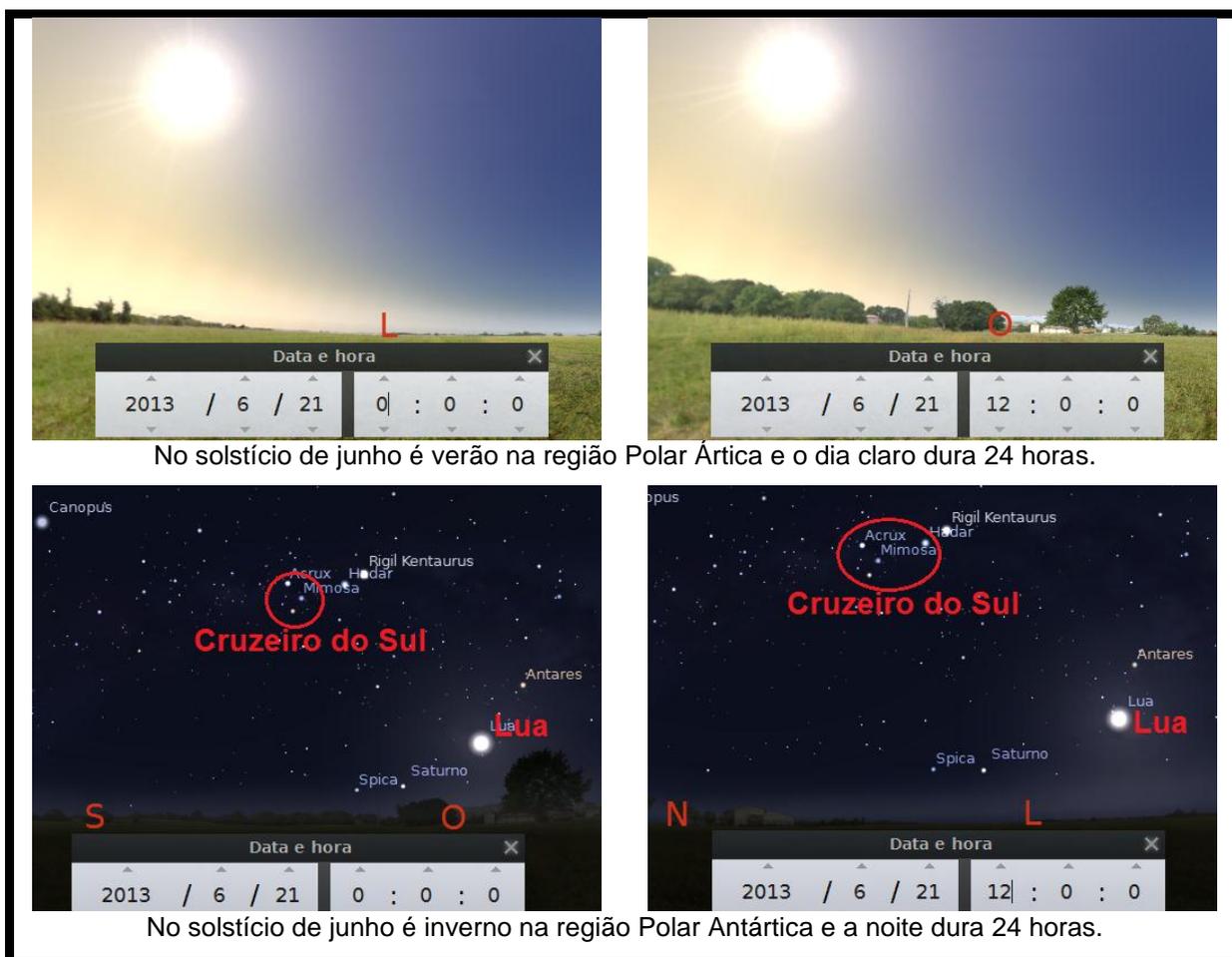


Figura 40 – Simulação do Sol da meia-noite no solstício de junho

Fonte: Imagens do autor a partir do *software Stellarium (STELLARIUM, 2014)*.

A Figura 41 mostra a simulação do Sol da meia-noite no solstício de dezembro. A região Polar Ártica apresenta o céu estrelado à meia-noite, onde se

pode ver a estrela Polar, sendo que na região Polar Antártica é dia. Observa-se ainda que, enquanto é noite na região Polar Ártica, é dia na região Polar Antártica.

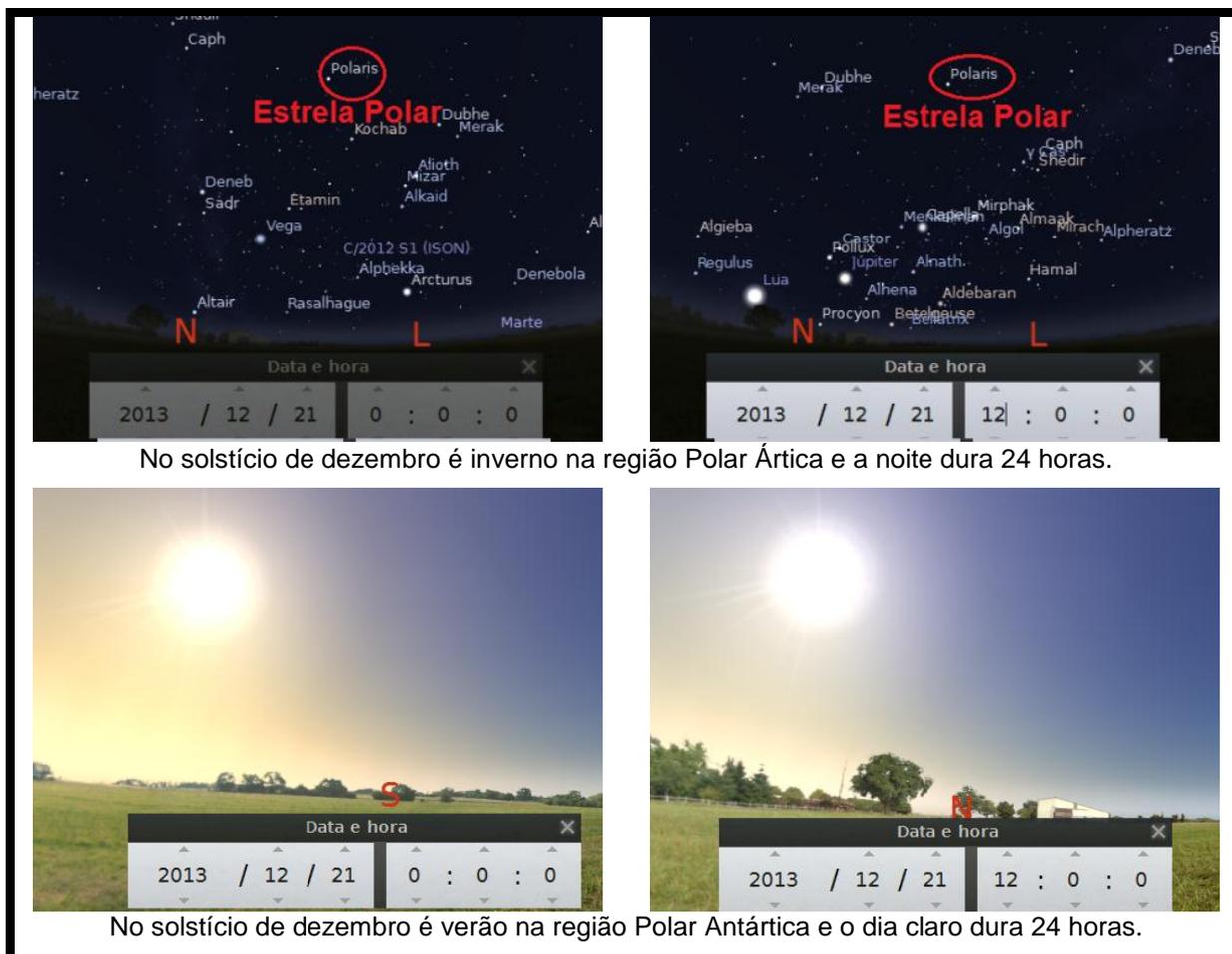


Figura 41 – Simulação do Sol da meia-noite no solstício de dezembro

Fonte: Imagens do autor a partir do *software Stellarium (STELLARIUM, 2014)*.

Atividade V – O Cruzeiro do Sul

Conteúdo abordado: Localização através das estrelas.

Objetivos: Aprender a identificar o Cruzeiro do Sul. Compreender o movimento aparente das estrelas. Localizar-se através do Cruzeiro do Sul.

Problematização inicial

Iniciou-se a atividade com as seguintes questões-problema: O Cruzeiro do Sul sempre aponta para o ponto cardeal Sul? Observe o movimento noturno da constelação Cruzeiro do Sul em um dia do mês de maio e outro de setembro. O que

há de diferente? E de semelhante? As demais estrelas se movem de maneira semelhante às do Cruzeiro do Sul?

Organização do conhecimento

Na organização do conhecimento, disponibilizou-se para os alunos um texto sobre Astronomia de posição intitulado “Conceitos básicos em Astronomia de posição⁴³” (ORTIZ, 2011a) e um vídeo⁴⁴.

Aplicação do conhecimento

O movimento “diurno” do Sol já é conhecido há muito tempo. Sabe-se que ele nasce no lado do horizonte leste, ganha altura no decorrer do dia e se põe no lado do horizonte oeste no final da tarde. Mas essa posição não é fixa todos os dias, como se viu na Atividade I. Ao contrário do movimento do Sol, que é facilmente percebido, poucos observam que as estrelas também possuem movimento semelhante ao do Sol, ou seja, nascem no horizonte leste e se põem no horizonte oeste; exceto as estrelas circumpolares que, observadas de determinadas latitudes, nunca se põem devido à proximidade de um dos polos. A constelação do Cruzeiro do Sul é facilmente avistada por observadores do Hemisfério Sul entre os meses de abril e junho, ao anoitecer, como mostra a Figura 42 (i). A Figura 42 (ii) mostra as principais estrelas desta constelação.

Observando atentamente a Figura 42 (i), percebe-se que na primeira observação (a) o corpo da cruz⁴⁵, no sentido dos pés da cruz (Estrela de Magalhães), não aponta para o Sul, mas para uma posição à direita deste; assim como na terceira observação (c), em que ele aponta para uma posição à esquerda. Somente na segunda observação (b), em que a constelação do Cruzeiro do Sul alcança altura máxima, é que o corpo da cruz, no sentido dos pés da cruz, aponta

⁴³ Texto disponibilizado para os alunos do Curso de Extensão em Astronomia no AVA *Moodle* do IFNMG <<http://moodle.ifnmg.edu.br/>> que é um ambiente restrito. Atualmente está disponível em: <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbncqb3N1ZWVudHVuZXNtYWNIZG98Z3g6MjRkNjU5ZTQxYTk2YTl5OA>>. Acesso em: 2 set. 2014.

⁴⁴ Vídeo disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=y46inMdFbWM>>. Acesso em: 2 set. 2014.

⁴⁵ Linha Imaginária que une as estrelas Gamma Crucis (Rubídea) e Alpha Crucis (Estrela de Magalhães), como mostra a Figura 42 (ii).

para o ponto cardinal Sul, alinhando-se neste instante com a direção do Polo Celeste Sul. Assim, pode-se concluir que o prolongamento do corpo da cruz, no sentido dos pés da cruz do Cruzeiro do Sul, quase nunca indica a posição do ponto cardinal Sul.

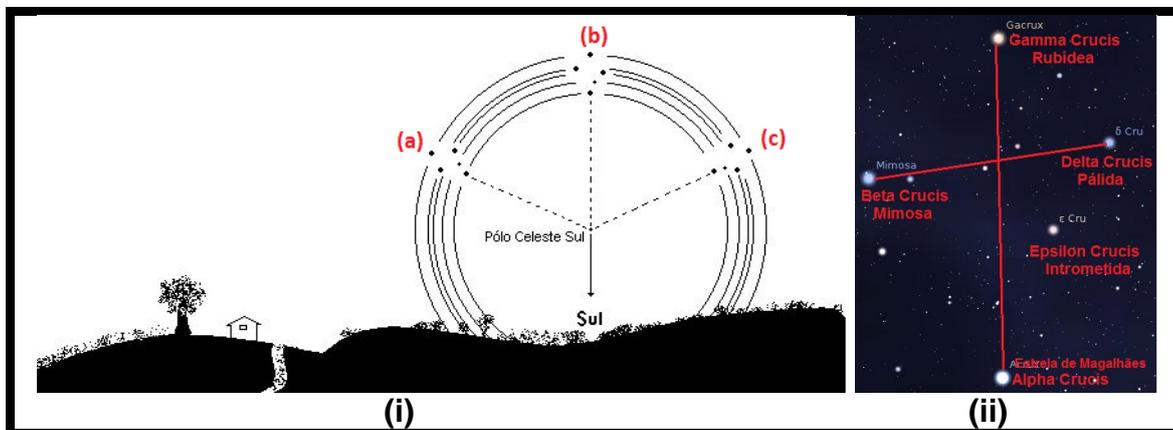


Figura 42 – Posição da constelação do Cruzeiro do Sul em três instantes de uma noite (i). Estrelas principais da constelação do Cruzeiro do Sul (ii).

Fonte: CDCC-USP (2000), adaptada (a). Imagem do autor a partir do software *Stellarium* (STELLARIUM, 2014) (b).

O software *Stellarium* (STELLARIUM, 2014) permite simular o movimento da constelação do Cruzeiro do Sul, bem como das demais estrelas, e proporciona aos alunos as conclusões a respeito do movimento das estrelas. A Figura 43 simula a posição dessa constelação no mesmo horário nos meses de fevereiro, abril, junho e agosto, em que se percebe uma lenta rotação enquanto ela se desloca para o oeste, e nem sempre aponta para o sul.

Assim, pode-se concluir que, durante uma noite, a constelação do Cruzeiro do Sul executa um movimento e descreve um arco de circunferência, sendo que o corpo da cruz parece sempre apontar para um mesmo ponto da esfera celeste. Esse ponto é denominado Polo Celeste Sul, que é o ponto da esfera celeste em torno do qual as estrelas do hemisfério celeste sul parecem descrever arcos de circunferência ao longo do tempo. Já o Polo Celeste Norte é o ponto da esfera celeste em torno do qual as estrelas do hemisfério celeste norte parecem descrever suas trajetórias aparentes.

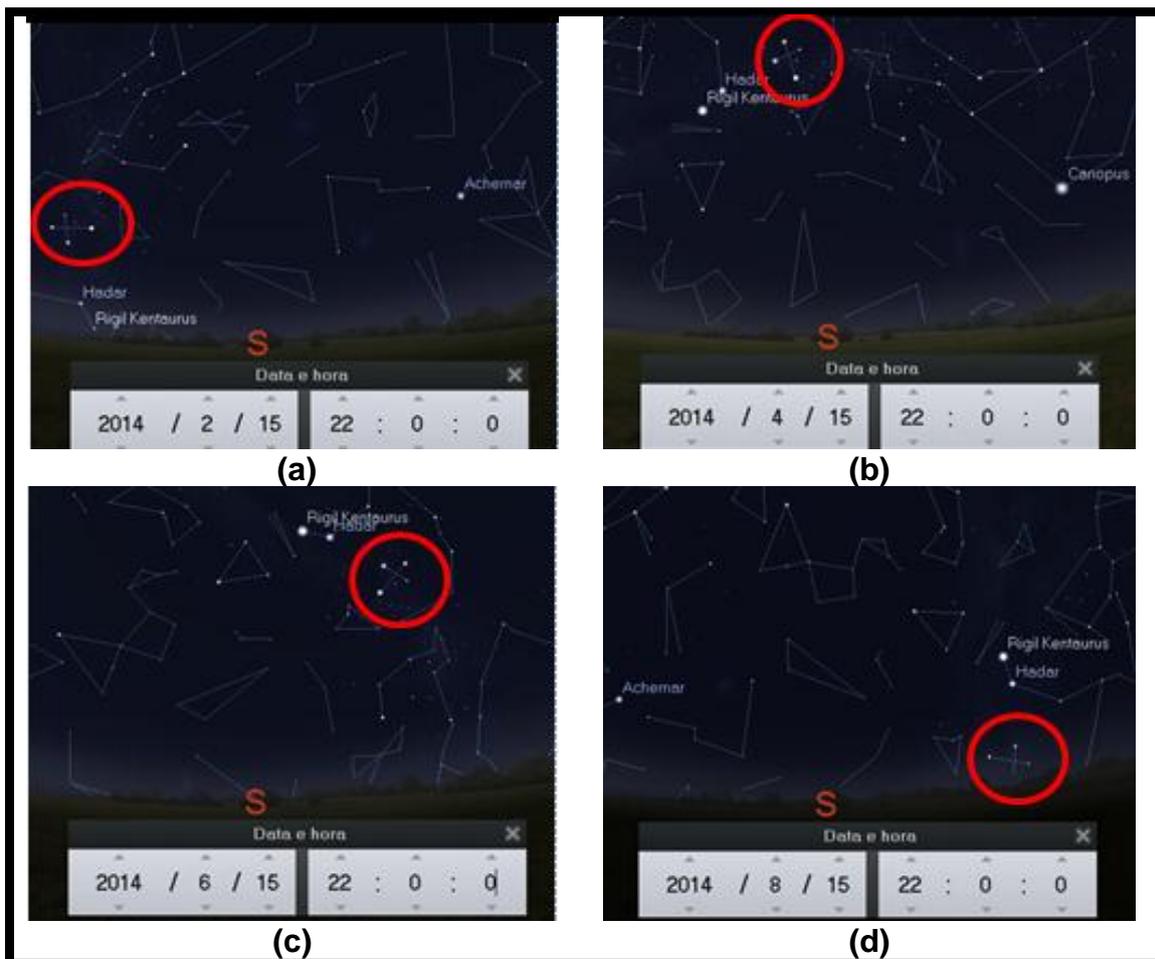


Figura 43 – Movimento do Cruzeiro do Sul ao longo dos meses

Fonte: Imagens do autor a partir do software *Stellarium* (STELLARIUM, 2014).

Esse movimento aparente ocorre com todas as estrelas e é devido ao movimento de rotação da Terra. É bom salientar que o Polo Celeste Sul (PCS) situa-se verticalmente acima do ponto cardinal Sul, enquanto o Polo Celeste Norte situa-se na direção diametralmente oposta em relação ao PCS. (MOURÃO, 2002).

Para um habitante do Hemisfério Sul se localizar através das estrelas, basta encontrar a constelação do Cruzeiro do Sul e utilizar a regra prática ilustrada na Figura 44, proposta por Paula e Oliveira (1997): **(i)** Considera-se que d é o tamanho aparente do corpo da cruz da constelação do Cruzeiro do Sul; **(ii)** Ao longo do alinhamento determinado pelo corpo da cruz, no sentido dos pés da cruz, desloca-se quatro vezes e meia a distância d a partir da estrela *Alfa Crucis* ou Estrela de Magalhães (BOCZKO, 1998; CDCC-USP, 2000); **(iii)** Na extremidade desse deslocamento encontra-se o Polo Celeste Sul (PCS) no céu; **(iv)** A partir do PCS, desce-se a linha perpendicular ao horizonte; **(v)** O ponto cardinal sul encontra-se no ponto de intersecção dessa linha perpendicular com a linha do horizonte.

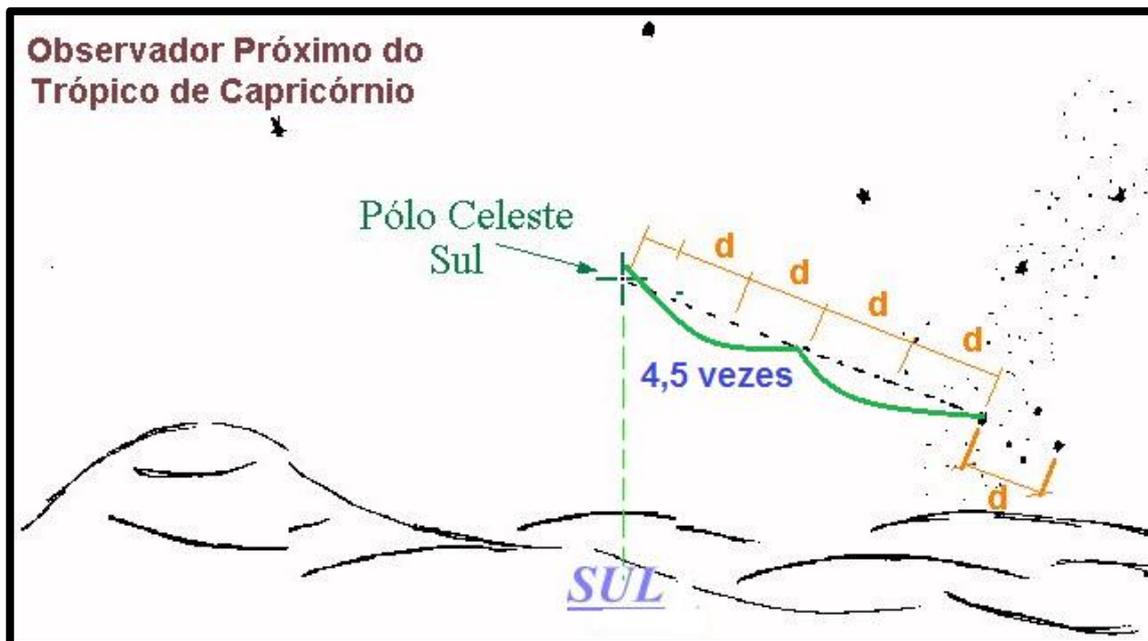


Figura 44 – Forma correta de indicar o Ponto Cardinal Sul

Fonte: Paula e Oliveira (1997), adaptada.

O próximo capítulo trata da análise dos dados coletados nesta pesquisa.

CAPÍTULO 5 - ANÁLISE DOS DADOS

Todos os fenômenos naturais decorrem de um reduzido número de leis do movimento, matematicamente descritas como equações diferenciais no espaço e tempo. (CHAVES, 2001, p. 4).

Neste capítulo processa-se a análise dos dados coletados na pesquisa. Inicialmente descreve-se a análise dos projetos pedagógicos dos cursos (PPC) das licenciaturas e a análise dos dados qualitativos, através da análise de conteúdo (BARDIN, 2011); em seguida, analisa-se o perfil dos sujeitos da pesquisa, bem como os dados quantitativos, através da estatística descritiva (MARTINS, 2011; TRIOLA, 2013).

5.1 Análise dos PPC das licenciaturas do IFNMG

Esta seção trata da análise dos PPC das licenciaturas do IFNMG em relação à Astronomia e às tecnologias digitais, objetivando, através da análise de conteúdo (BARDIN, 2011), buscar a presença e aplicação desses temas na formação inicial dos futuros professores, que irão, em sua maioria, atuar no Norte de Minas Gerais. Em seguida, busca-se responder às questões de pesquisa formuladas na introdução desta tese.

5.1.1 A astronomia nos PPC das licenciaturas do IFNMG

Em relação ao ensino formal de Astronomia, a situação do IFNMG é a mesma da maioria das instituições do país. Após a análise de conteúdo (BARDIN, 2011) dos PPC das licenciaturas, verificou-se que os cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas (IFNMG, 2010a) e Licenciatura em Matemática (IFNMG, 2010b) não contemplam conteúdos de Astronomia no currículo como disciplina específica ou mesmo como optativa.

Nos cursos de Licenciatura em Matemática seria viável constar tópicos de Astronomia, pois devido à falta de professores habilitados em Física, os alunos que cursam Matemática costumam lecionar Física após se formarem, como é o caso da região em que esta pesquisa foi realizada.

A situação é pior no curso de Ciências Biológicas, pois um dos objetivos propostos pelo curso é o de formar professores de Ciências para atuarem nos anos finais do Ensino Fundamental, e de Biologia para atuarem no Ensino Médio. Porém, os acadêmicos não são preparados para ensinar nem ao menos alguns tópicos básicos de Astronomia, como por exemplo, as estações do ano. Astronomia. Quando estes futuros professores se depararem com conteúdos relacionados à Astronomia, fatalmente irão renegar o ensino dessa Ciência, pois não se sentirão preparados para ministrá-la, conforme afirmam Langhi e Nardi (2009). A situação no IFNMG condiz com o relato de Pedrochi e Neves (2005):

Apesar de a Astronomia despertar tanta curiosidade entre estudantes e professores, esta Ciência encontra-se abandonada nos currículos de Física ou mesmo de Ciências. Quando isto não ocorre, é frequente encontrar aquela ciência exilada em disciplinas eletivas, sem grande organicidade no currículo do curso e/ou em seu projeto pedagógico. A Astronomia é, pois, tratada de forma ilustrativa, ou mesmo decorativa, algo muito semelhante ao que ocorre (e isto com mais frequência) em diferentes universidades do país, com o curso de História da Física/Ciência. (PEDROCHI; NEVES, 2005, p. 2)

No curso de Licenciatura em Física, a situação é semelhante ao encontrado por Tignanelli (1998), quando afirma que os assuntos astronômicos aparecem diluídos em várias disciplinas do currículo como conteúdo de outras Ciências, afins ou não. Apesar de ter mais de quinze anos, tal pesquisa retrata a atual realidade do IFNMG, pois a situação continua a mesma.

Após análise do PPC de Física (IFNMG, 2010c), verificou-se que no sexto período, na ementa da disciplina 'Física Geral IV', com uma carga horária de quatro horas-aula semanais, encontra-se no último tópico **noções de Cosmologia**. A ementa da referida disciplina é:

Interferência. Difração. Experimentos demonstrativos de interferência e difração que sejam aplicáveis ao nível do Ensino Médio. Quantização da energia. A contribuição de De Broglie e a Função de onda. O Princípio da Incerteza. Funções de onda do átomo de Hidrogênio. Condução elétrica nos sólidos. Noções de Física nuclear e de Física de partículas. **Noções de cosmologia**. (IFNMG, 2010c, p. 53, grifo nosso).

O PPC de Física (IFNMG, 2010c) recomenda ao docente da disciplina 'Física Geral IV' desenvolver a ementa proposta de modo a agregar ao seu conteúdo os condicionantes socio-históricos subjacentes à evolução e síntese dos conceitos de eletricidade, magnetismo e óptica, assim como sinalizações referentes à sua

transposição didática para o Ensino Médio. Ou seja, não faz nenhuma referência a **noções de Cosmologia**, sendo, portanto, considerado conteúdo supérfluo pelo referido PPC.

Ainda no sexto período, consta a disciplina ‘Prática Pedagógica VI: Laboratório de Recursos Didáticos – Ensino de Óptica e Astronomia’, com carga horária de duas horas-aula e cujo objetivo principal é a elaboração de material didático e unidade de ensino para a educação básica. A ementa da disciplina é:

Aplicação dos fundamentos teórico-metodológicos desenvolvidos na disciplina NP 103 ao conteúdo temático de óptica e Astronomia no Ensino Médio a partir dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Elaboração de uma Unidade de ensino para o nível médio, incluindo seleção, organização de temas e conteúdos, formas de abordagens, estratégias e atividades de ensino, e a preparação, seleção e adaptação de recursos pedagógicos diversificados (textuais, visuais, práticos, experimentais e computacionais). (IFNMG, 2010c, p. 56).

No oitavo período, a ementa da disciplina ‘Fundamentos de Física Contemporânea’, com uma carga horária de seis horas-aula semanais, contempla algumas **noções de Astronomia Fundamental e Astrofísica**, a saber: **sistemas de coordenadas astronômicas, Sistema Solar, estrelas, a Via Láctea, galáxias, Cosmologia**. A ementa da referida disciplina é:

Teoria da Relatividade Especial. Noções de Relatividade Geral. Noções de Estatística Quântica: distribuição de Fermi, laser, gás de Fótons, gás de Fônons, Condensação de Bose, gás de elétrons livres. Semicondutores, dispositivos semicondutores. Supercondutividade. **Noções de Astronomia fundamental e astrofísica: sistemas de coordenadas astronômicas, Sistema Solar, estrelas, a Via Láctea, galáxias, cosmologia**. Perspectivas para a unificação das forças fundamentais. (IFNMG, 2010c, p. 61, grifo nosso)

Ainda no oitavo período, a disciplina ‘Evolução e Síntese das Ideias da Física’, conta com três tópicos relacionados à Astronomia em que se privilegiam os aspectos históricos, a saber: **(i)** a Astronomia no Egito e na Mesopotâmia; **(ii)** Astronomia de precisão e a Física celeste; **(iii)** O desenvolvimento e as perspectivas da astrofísica: das primeiras conjecturas sobre a expansão do Universo aos buracos-negros e à Cosmologia contemporânea. A disciplina possui uma carga horária de quatro horas-aula semanais e sua ementa é:

Alicerces da ciência: **a Astronomia no Egito e na Mesopotâmia**, a ciência helenística, Platão e Aristóteles, emergência da ciência islâmica. A Física medieval e renascentista: “redescoberta” da ciência grega pela Europa Ocidental, a revolução de Copérnico, **Astronomia de precisão e a Física**

celeste. A revolução científica do século XVII: o nascimento de uma nova Física (Galileu), a Física mecanicista, a Física moderna (Newton) e o seu ferramental matemático. Consolidação da Física moderna: sistematização da mecânica dos séculos XVIII e XIX, a teoria cinética da matéria, teoria mecânica do calor e conservação da energia, o nascimento da Termodinâmica (Carnot, Kelvin e Clausius). A teoria da luz de Huygens a Fresnel. Eletricidade no século XVIII. Eletromagnetismo no século XIX (Faraday), a unificação de Maxwell. Crise finisecular⁴⁶: decadência do mecanicismo e inconsistência das equações de Maxwell frente à relatividade galileana, a “necessidade” do éter luminífero. A questão da “dualidade” e da “dupla personalidade” frente a conceitos clássicos de partícula e de onda. O desenvolvimento da mecânica quântica: do tratamento semi-clássico de Bohr ao formalismo de Schroedinger e Dirac. A complementaridade de Born e a incerteza de Heisenberg. Einstein: do questionamento da simultaneidade “absoluta” ao espaço-tempo e da gravitação, a sua crítica à abordagem da nova mecânica quântica, do Projeto Manhathan à tentativa da TCU⁴⁷. **O desenvolvimento e as perspectivas da astrofísica: das primeiras conjecturas sobre a expansão do universo aos buracos-negros e à cosmologia contemporânea.** A Física e a pesquisa básica no Brasil. Ciência e valores humanos: reflexões éticas sobre a produção do conhecimento científico e os seus impactos na sociedade e nas relações entre países. Conceitos básicos de epistemologia e concepções de Ciência: Relação Sujeito X Objeto; Kuhn: o paradigma em ciência; Popper e o critério da refutabilidade; Bachelard: descontinuidade em ciência e o novo racionalismo. (IFNMG, 2010c, p. 61-62, grifo nosso).

Nesse sentido, há de se concordar com Faria e Voelzke (2008, p. 9), quando afirmam que: “É sabido que nem mesmo o curso de Física tem uma disciplina com o conteúdo voltado somente para a Astronomia, tão pouco as demais graduações.”, confirmando assim a realidade em que se encontram as licenciaturas do IFNMG na atualidade.

Com essas análises, pode-se considerar respondida a questão de pesquisa orbitante, formulada no Capítulo 1, a saber: “Os Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPC) das licenciaturas do IFNMG contemplam temas de Astronomia no currículo?”. Essa temática será discutida nas considerações finais desta tese.

5.1.2 As tecnologias digitais nos PPC das licenciaturas do IFNMG

Ao contrário da Astronomia, as tecnologias digitais estão contempladas nos PPC das licenciaturas do IFNMG, sendo que em cada curso consta pelo menos uma disciplina específica. No decorrer dos projetos há uma conscientização da

⁴⁶ Crise finisecular: Crise de contração, período de grande depressão ou crise do fim do século.

⁴⁷ TCU: Teoria do Campo Unificado, uma síntese da gravitação, do eletromagnetismo e da teoria quântica, proposto em 1923 por Einstein, sem, no entanto obter sucesso. (SANTOS, 2000).

importância de sua utilização e aplicação, pois o IFNMG como Instituição de Educação, Ciência e Tecnologia deve assumir o papel de estimular o desenvolvimento regional, difundindo tecnologias e formando cidadãos comprometidos com a realidade na qual estão inseridos.

O PPC de Ciências Biológicas (IFNMG, 2010a) cita como objetivos do curso, entre outros:

Promover a apropriação de novas tecnologias educacionais na educação científica, de modo que os futuros professores possuam uma compreensão dos processos de produção e uso destas tecnologias, reconhecendo seu potencial e suas limitações. (IFNMG, 2010a, p. 13).

Desenvolver procedimentos metodológicos adequados à utilização de tecnologias aplicadas ao processo de construção de conhecimento e de ambientes de aprendizagem. (IFNMG, 2010a, p. 15).

A disciplina 'Introdução à Informática', com duas horas-aula semanais, está presente no primeiro período de todas as licenciaturas do IFNMG (IFNMG, 2010a, 2010b, 2010c), e sua ementa contempla basicamente noções básicas do pacote *BrOffice* e principais conceitos relacionados ao uso da *Internet*.

O PPC de Ciências Biológicas (IFNMG, 2010a) conta ainda com a disciplina 'Instrumentação para o Ensino de Biologia', presente no sexto período com uma carga horária de duas horas-aula semanais e contempla:

Conhecimentos básicos das tecnologias aplicadas no Ensino de Ciências e Biologia. Como utilizar as tecnologias (vídeos educativos, filmes, documentários, jogos, *softwares* específicos) na escola. Conhecimento, avaliação e uso de multimídia. O uso didático da *internet*. Repositórios e objetos de aprendizagem como possibilidades pedagógicas para o ensino de Ciências e Biologia. (IFNMG, 2010a, p. 51).

Apesar do PPC do curso de licenciatura em Física do IFNMG (IFNMG, 2010c) reconhecer a importância da tecnologia e seu uso no ensino, consta somente a disciplina 'Introdução à Informática', que é comum aos demais cursos de licenciatura do IFNMG.

O PPC do curso de licenciatura em Matemática tem como um de seus objetivos: "Utilizar Tecnologias de Informação e Comunicação nas práticas educativas, integrando o conhecimento científico ao processo de aprendizagem". (IFNMG, 2010b, p. 15), e, além da disciplina de 'Introdução à Informática', conta

ainda com a disciplina 'Laboratório de Educação Matemática II', presente no sexto período com uma carga horária de duas horas-aula semanais, cuja ementa é:

Ambientes informatizados de aprendizagem: concepções de conhecimento, prática pedagógica e a utilização do computador no processo de ensino e aprendizagem. As tecnologias da inteligência, os três tempos do espírito: a oralidade, a escrita e a informática. Didática e o computador: o professor informatizado. Ambientes informatizados de aprendizagem: metodologia de produção de *software* educativo; avaliação de *software* educativo. Informática e Educação Matemática: implicações para a prática docente; interação à distância; mediação pedagógica e o uso da tecnologia. O papel das Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC) na educação atual. Políticas públicas para Informática Educativa. (IFNMG, 2010b, p. 54).

Os PPC das licenciaturas do IFNMG (IFNMG, 2010a, 2010b, 2010c) ainda reforçam a utilização das tecnologias digitais no ensino, afirmando que além do conhecimento dos saberes de cada área de atuação, as atividades das diversas disciplinas deverão contemplar, paralelamente ao conteúdo específico, metodologias e uso de tecnologias que possam auxiliar o futuro professor a ter um bom desempenho no exercício da profissão, tornando-o capaz de ajudar seus alunos a serem também agentes de sua formação. Esta análise contribui para a resposta à indagação realizada na questão orbitante de pesquisa, descrita no Capítulo 1, a saber: "Os acadêmicos das licenciaturas em Ciências da Natureza e Matemática do IFNMG estão sendo devidamente preparados para o uso das tecnologias digitais no ensino?", que será discutida nas considerações finais desta tese.

5.2 Análise do perfil dos participantes da pesquisa

As primeiras sete questões do questionário inicial (Apêndice A) são analisadas nesta seção. Tiveram o objetivo de levantar o perfil dos estudantes antes do início do Curso de Extensão em Astronomia, e não constam no questionário final. A Figura 45 mostra a distribuição dos alunos por curso e período.

Para efeito de análise dos dados, consideraram-se os trinta e dois alunos concluintes do curso, sendo cinco de Matemática, treze de Física e quatorze de Ciências Biológicas, distribuídos nos diversos períodos das licenciaturas do IFNMG, como mostra Figura 45.

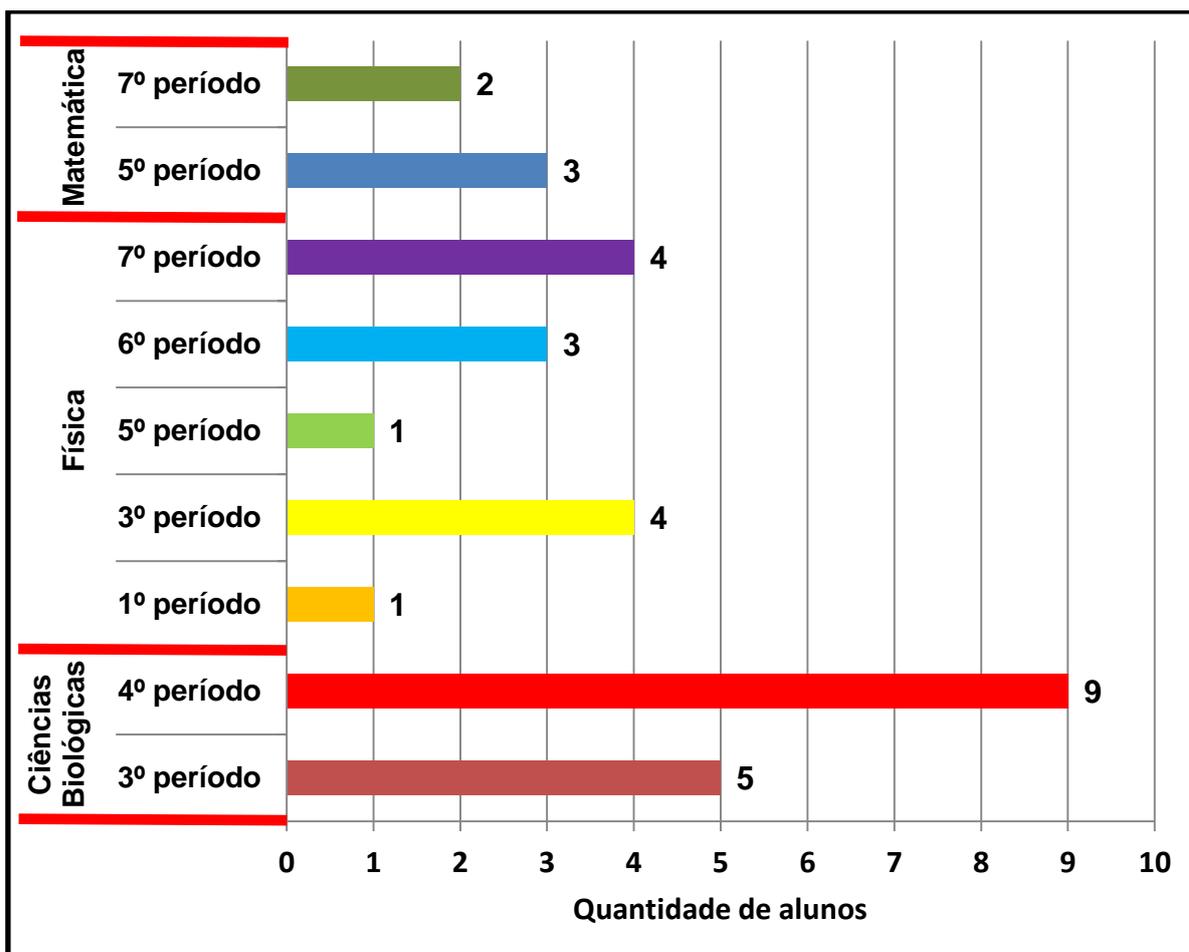


Figura 45 – Distribuição dos alunos por curso e período

Fonte: Dados da pesquisa.

Dos trinta e dois alunos concluintes do curso, nove (28,1%) são do sexo masculino e vinte e três (71,9%) do sexo feminino. Esses dados refletem a realidade dos cursos de licenciaturas, em que há predominância do sexo feminino, como já observado na história dos cursos de formação de professores no Brasil, sendo relatado em pesquisas como as realizadas por Costa e Oliveira (2007) e por Pereira et al. (2012). De acordo com Costa e Oliveira (2007), os cursos de licenciaturas são considerados de menor prestígio social e financeiro e considerados de mais fácil acesso ao ensino superior, além de permitirem a dupla jornada de trabalho que as mulheres enfrentam.

A Figura 46 mostra as idades dos alunos. Percebe-se que dezessete alunos possuem idade entre 20 a 24 anos, enquanto apenas um possui entre 40 a 49 anos. A maioria é jovem, de classe média e baixa, que busca nos cursos de licenciaturas uma forma de melhorar de vida, tendo em vista que na região não existem muitas alternativas de trabalho.

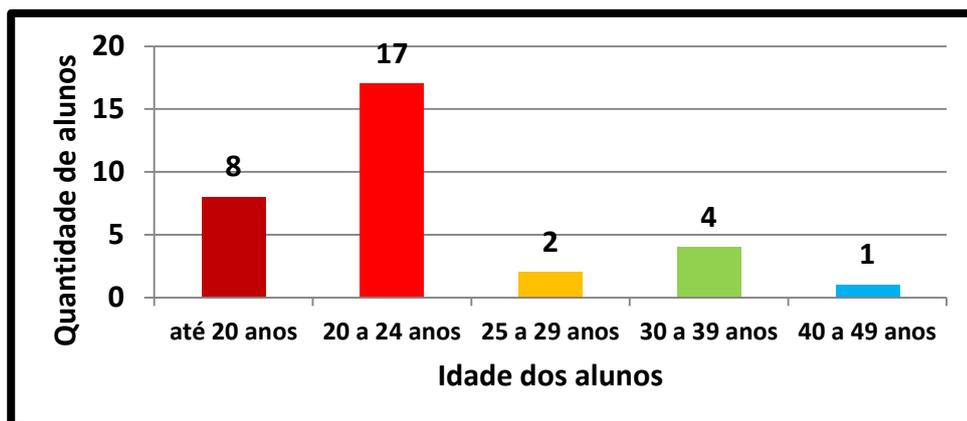


Figura 46 – Idade dos alunos do Curso de Extensão em Astronomia

Fonte: Dados da pesquisa.

A grande maioria representada por vinte alunos (62,5%) possui como atividade principal os estudos (Figura 47). Outros seis alunos (18,8%) são bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), mesmo índice para os que exercem alguma atividade laboral além dos estudos.

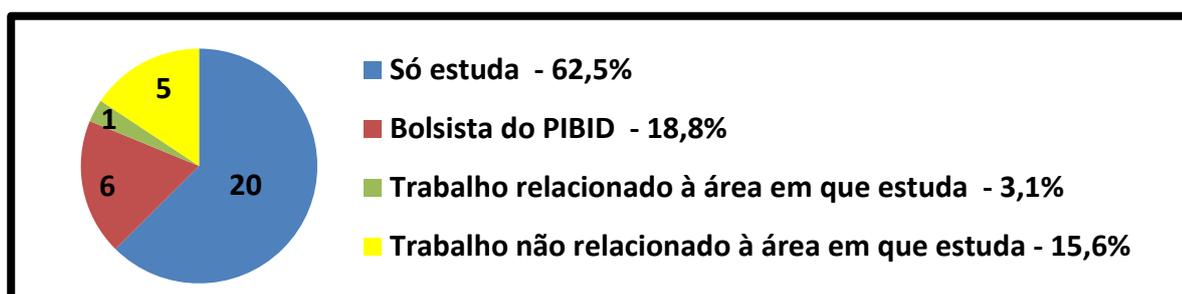


Figura 47 – Principal ocupação dos participantes da pesquisa

Fonte: Dados da pesquisa.

O PIBID é uma iniciativa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que incentiva o aperfeiçoamento e a valorização da formação de professores para a educação básica, através da concessão de bolsas a alunos de licenciaturas, que participam de projetos de instituições de ensino superior em parceria com escolas públicas.

Dos alunos que ocupam alguma atividade laboral além dos estudos, quatro (12,5%) trabalham até dez horas semanais (Figura 48). Outros três alunos (9,3%) trabalham entre onze e vinte horas por semana. Somente dois alunos (6,3%) trabalham acima de 40 horas semanais. Estes resultados permitem inferir que a maioria dos sujeitos da pesquisa possui tempo livre suficiente para participar de atividades de extensão.

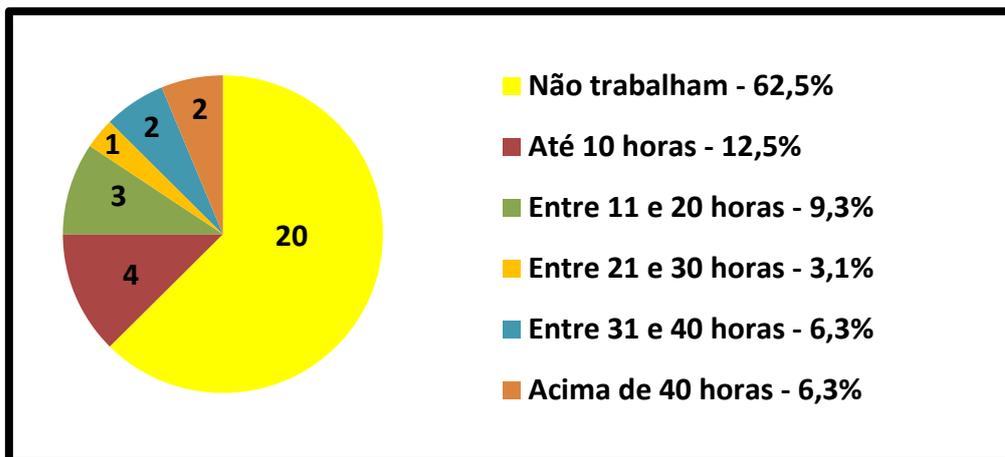


Figura 48 – Horas semanais de trabalho dos alunos

Fonte: Dados da pesquisa.

Quando indagados há quanto tempo eles exercem ou exerceram a função docente como professor efetivo ou contratado, verificou-se que vinte e seis alunos (81,2%) nunca lecionaram, conforme se pode ver na Figura 49. Os demais, correspondendo a seis alunos (18,8%), exerceram a profissão a menos de um ano (9,4%) ou entre um e três anos (9,4%). Destes, um lecionou na educação infantil, quatro nas séries finais do Ensino Fundamental, nas disciplinas de Matemática (dois) e Ciências (dois), e um lecionou a disciplina de Física no Ensino Médio. Pode-se dizer que os pesquisados buscam a docência mesmo antes de se formarem, o que é louvável. Esses dados mostram ainda que há, portanto, pouca experiência docente entre os participantes da pesquisa, o que é justificável, pois eles ainda são alunos de licenciatura.

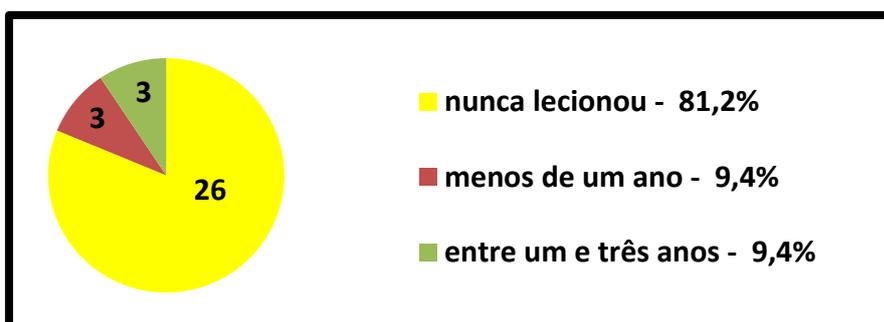


Figura 49 – Tempo de atividade docente exercida pelos alunos

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto ao tempo de dedicação extraclasse aos estudos na graduação, excluindo o tempo de viagem ao IFNMG, verificou-se que quatorze alunos (43,8%) afirmam dedicar-se entre cinco e quatorze horas, enquanto apenas um aluno (3,1%) se dedica acima de 30 horas semanais (Figura 50).

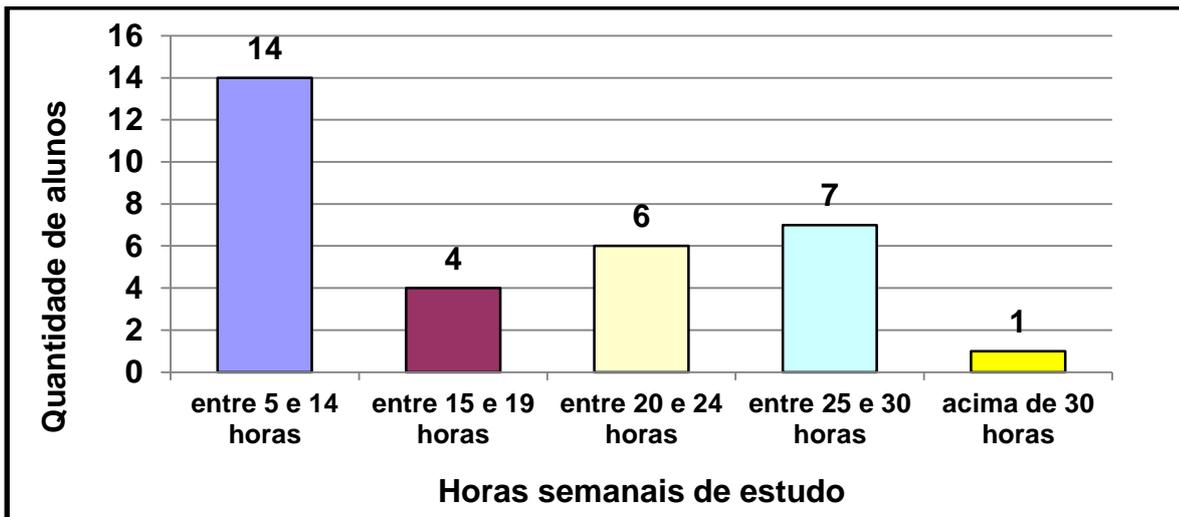


Figura 50 – Tempo de dedicação semanal aos estudos na graduação

Fonte: Dados da pesquisa.

5.3 Concepção dos alunos em relação às tecnologias digitais

Para verificar as concepções dos alunos em relação às tecnologias digitais, e dessa forma procurar respostas às questões de pesquisa, aplicou-se um questionário com sete perguntas, que são as questões oito a quatorze do questionário inicial (Apêndice A), abordando os principais temas relacionados à área, sendo que destas foram excluídas duas questões (questão 10 e questão 11) da análise dos dados, tendo em vista que as contribuições dadas à pesquisa foram irrelevantes.

Quando indagados sobre “O que você acha do uso de recursos tecnológicos para o Ensino de Astronomia?”, o aluno A01 respondeu:

Aluno A01 - Acho interessante, uma vez que para muitos esse tema é abordado como algo distante e de pouca relevância para a comunidade escolar. Ou seja, irá aproximar o aluno de um conhecimento, que irá ser cada vez mais usado e estudado por nós.

Já o aluno A05, respondeu:

Aluno A05 - Bastante inovador, pelo fato de nos aproximar cada vez mais desse tema tão interessante e gostoso de estudar, que é a Astronomia, e hoje o mundo em geral é moderno, conectado irá nos deixar mais perto do assunto ligado a Astronomia.

Este depoimento vem ao encontro do que acontece atualmente. Os jovens têm cada vez mais acesso à informação, e o professor deve saber lidar com isso e utilizar os recursos tecnológicos disponíveis para a melhoria do ensino, colaborando

assim com a aprendizagem, como afirmam Kenski (2009) e Behrens (2011).

Já o aluno A09 deu a seguinte resposta:

Aluno A09 - De extrema importância, pelo fato de a Astronomia ter um conhecimento muito rarefeito pensando em livros passa a ser necessário o uso de recursos tecnológicos para buscarmos conhecimento.

Percebe-se, pela resposta dada, que o aluno A09 considera o uso das tecnologias digitais como sendo um recurso complementar, tendo em vista que os livros didáticos não abordam corretamente esse assunto, como apontam as pesquisas desenvolvidas por Langhi e Nardi (2005) e Leite e Hosoume (2005).

Os alunos A14 e A17 abordam a questão do uso das tecnologias na observação do céu:

Aluno A14 - Os recursos tecnológicos são muito importantes, pois nem sempre irá ser possível a visualização e a observação a olho nu e com esses recursos podem ser observadas determinadas constelações por exemplo.

Aluno A17 - O campo da Astronomia é muito interessante, e com o uso de recursos tecnológicos ele se torna melhor; pois permite ter uma visualização do fenômeno.

A Figura 51 ilustra a análise de conteúdo (BARDIN, 2011) das respostas dos alunos em relação à questão do uso das tecnologias:

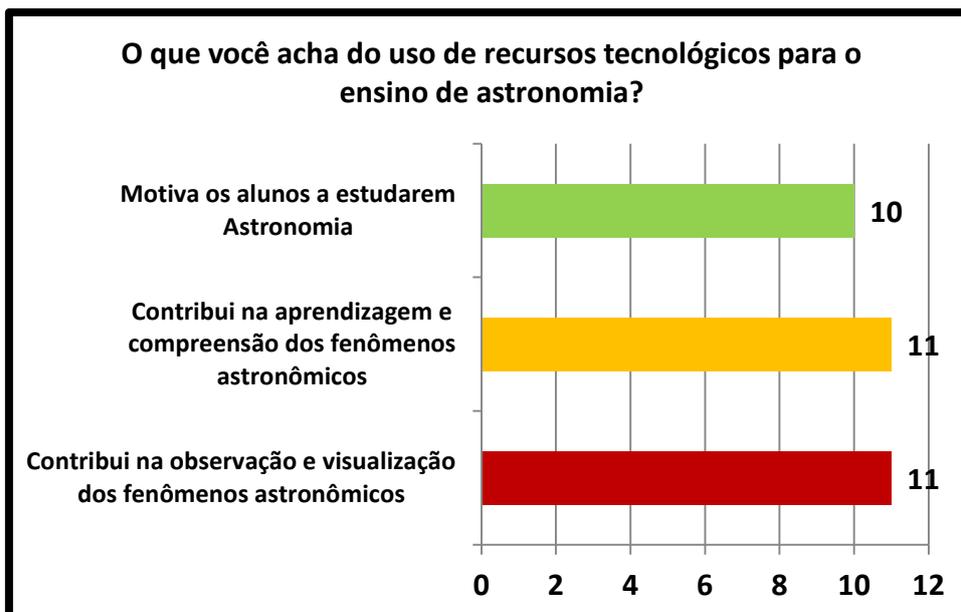


Figura 51 – Opinião dos alunos quanto ao uso de recursos tecnológicos no Ensino de Astronomia

Fonte: Dados da pesquisa.

É possível perceber na Figura 51 que onze alunos concordam que as tecnologias podem contribuir para a observação e visualização dos fenômenos astronômicos. A observação do céu no estudo dos tópicos de Astronomia é altamente recomendada no PCN (BRASIL, 1998a; 1998b). Entretanto, apesar de as recomendações serem corretas, elas apresentam dificuldades de ordem prática, tendo em vista que as aulas no Ensino Fundamental dirigidas para as crianças são oferecidas durante o dia, tornando-se impossível a observação direta das estrelas, constelações e dos planetas, por esta razão é altamente recomendável o uso de simuladores como, por exemplo, o *Stellarium* (2014).

Quanto ao uso de recursos tecnológicos, verificou-se que vinte e quatro alunos (75,0%) utilizam o computador ou celular para acessar *e-mails* e/ou pesquisas em geral na *internet*, como se pode observar na Figura 52; confirmando, assim, uma tendência atual de crescimento da utilização das tecnologias digitais e uma popularização dos dispositivos móveis.

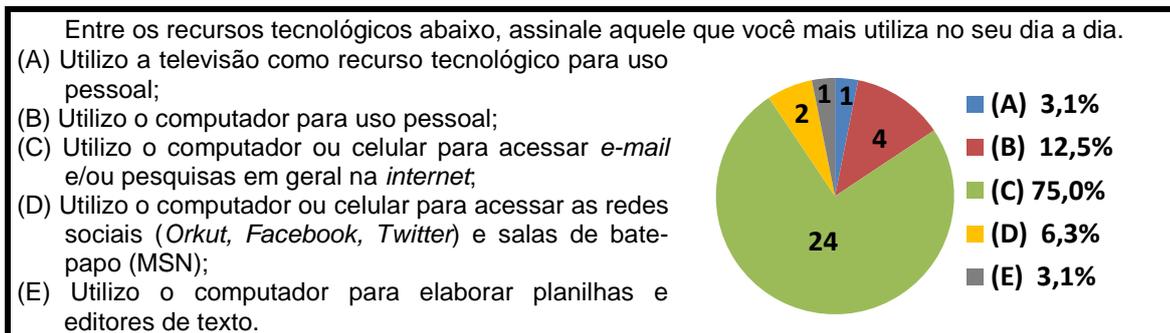


Figura 52 – Recursos tecnológicos mais utilizados pelos alunos

Fonte: Dados da pesquisa.

Pode-se considerar o acesso à *internet* bastante razoável, pois conforme mostra a Figura 53, a grande maioria, representada por vinte e seis alunos (81,2%), têm acesso em suas residências; enquanto quatro alunos (12,5%) têm acesso no trabalho e os outros dois alunos (6,3%) acessam a *internet* em *lan house*.

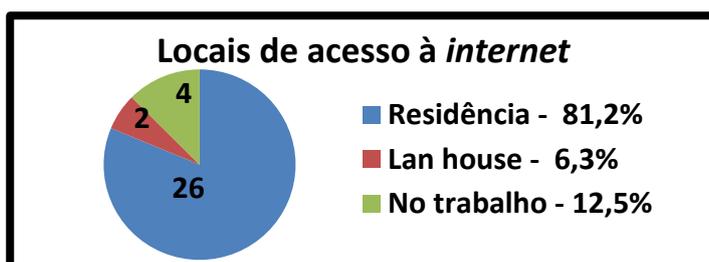


Figura 53 – Locais de acesso à *internet*

Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto ao uso dos recursos tecnológicos na prática docente (Figura 54), 46,8% dos alunos acham que o uso da *internet* para pesquisas acadêmicas poderá contribuir no processo de ensino e aprendizagem; 18,8% dizem que o computador e o *data show* são relevantes para a prática docente; outros 21,9% concordam que o uso de *software* educativo é importante; 3,1% consideram que a televisão pode ser um importante recurso pedagógico; 3,1% afirmam que jogos *online* contribuem para a aprendizagem; e o restante, correspondendo a 6,3%, não respondeu a questão.

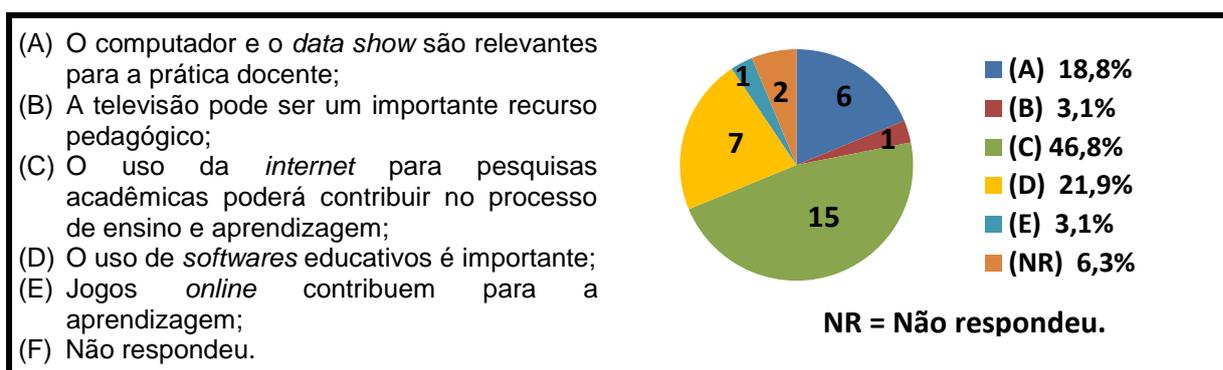


Figura 54 – Opinião dos alunos sobre o uso de recursos digitais na prática docente.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quando indagados: “Você conhece algum *software* ou *site* que pode ser utilizado no Ensino de Ciências ou Matemática?”, onze alunos (34,4%) deram resposta positiva a esta questão, e a maioria, representada por vinte e um alunos (65,6%), desconhecia aplicativos computacionais que podiam ser utilizados no Ensino de Ciências ou Matemática.

Ainda sobre a questão anterior, pediu-se para que fossem citados os *softwares* conhecidos. Foram citados dez aplicativos diferentes, sendo que oito estavam relacionados com a Matemática (Figura 55), podendo-se supor que esta é a área em que os professores mais utilizam esses recursos. É bom salientar aqui que: (i) alguns *softwares* foram citados por mais de um aluno; (ii) os alunos podiam citar mais de um aplicativo diferente.

Para o Ensino de Astronomia, somente um aplicativo foi citado, o Zênite. Na verdade, o *Astronomia no Zênite*⁴⁸ é uma *homepage* com informações sobre Astronomia e vários recursos, inclusive *links* para outros *sites* que oferecem mapas

⁴⁸ Site disponível em <<http://www.zenite.nu/>>. Acesso em: 2 set. 2014.

do céu para observadores localizados em várias cidades brasileiras. Para o Ensino de Biologia, foi citado o Só Biologia, que é um portal⁴⁹ que disponibiliza vários recursos para o Ensino de Biologia e Ciências.

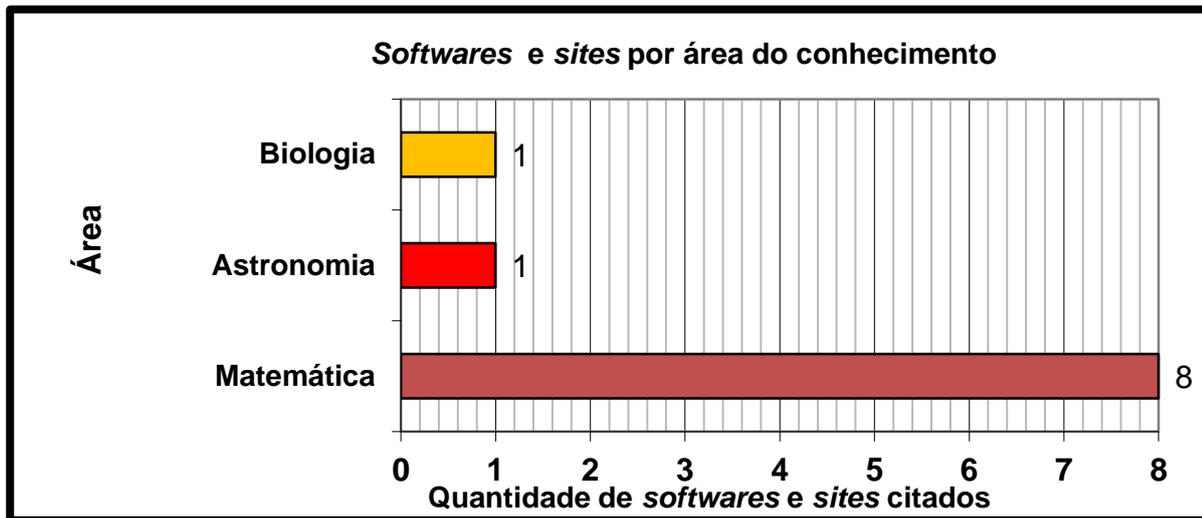


Figura 55 – Softwares e sites por área do conhecimento citados pelos alunos

Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 56 mostra os dez *softwares* que foram citados pelos alunos, bem como a quantidade de citações; eles podiam citar mais de um *software*.

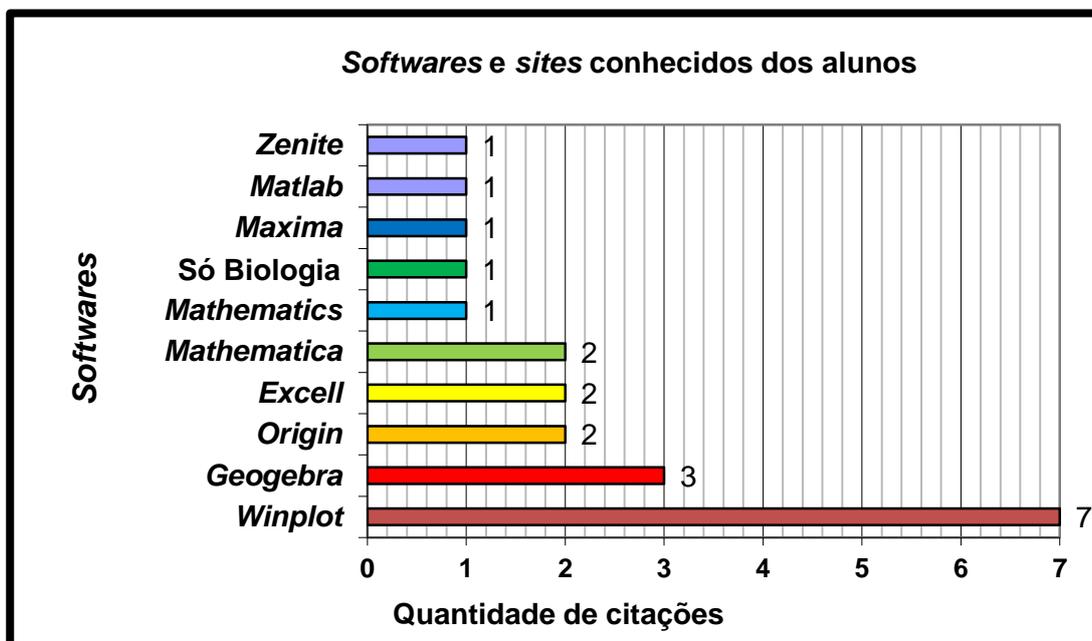


Figura 56 – Softwares educacionais citados pelos alunos

Fonte: Dados da pesquisa.

⁴⁹ Portal disponível em <<http://www.sobiologia.com.br/>>. Acesso em: 2 set. 2014.

O *Winplot*⁵⁰ é um *software* matemático, livre, gratuito e possui várias aplicações, desde o simples traçado de gráficos de funções matemáticas até a resolução gráfica de derivadas e integrais, que foi citado por sete alunos. Outros três alunos citaram o *Geogebra*⁵¹, que é outro *software* gráfico livre e gratuito que possui múltiplas funções e pode ser aplicado no Ensino de Álgebra, Geometria, Geometria Analítica e Cálculo Diferencial e Integral.

Outros *softwares* foram citados pelos alunos, sendo que alguns são ditos proprietários e faz-se necessária a aquisição de uma licença para utilizá-los. Entre eles, pode-se citar:

- *Origin*: *Software* gráfico e de análise de dados, de propriedade de *OriginLab Corporation*;
- *Excell*: *Software* estatístico e de análise de dados, que consiste basicamente de uma planilha eletrônica, de propriedade de *Microsoft Corporation*;
- *Mathematica*: *Software* matemático com vários recursos, de propriedade de *Wolfram Research*.
- *Mathematics*: Calculadora gráfica grátis que permite a plotagem de gráficos em duas e três dimensões e resolução de equações, desenvolvida e disponibilizada pela *Microsoft Corporation*.
- *Maxima*⁵²: *Software* livre que permite a manipulação de expressões simbólicas e numéricas, incluindo diferenciação, integração, séries de Taylor, transformadas de Laplace, equações diferenciais ordinárias, sistemas de equações lineares, polinômios, conjuntos, listas, vetores, matrizes e tensores.
- *Matlab*: É um ambiente interativo para computação numérica, visualização e programação, de propriedade de *MathWorks, Inc.*

5.4 Análise da satisfação dos alunos

Das vinte e cinco questões do questionário final (Apêndice B), as dez primeiras dizem respeito aos aspectos pedagógicos relativos ao curso e ao AVA e não

⁵⁰ *Software* disponível em <<http://math.exeter.edu/tparris/winplot.html>>. Acesso em: 2 set. 2014.

⁵¹ O *Geogebra* está disponível em <http://www.geogebra.org/cms/pt_BR/>. Acesso em: 2 set. 2014.

⁵² O *Maxima* está disponível em <<http://maxima.sourceforge.net/>>. Acesso em: 2 set. 2014.

constam no questionário inicial. Essas questões, bem como os registros dos alunos nos fóruns de discussões e nos encontros presenciais, serão analisadas nesta seção.

A primeira questão é do tipo escala de Likert (LIKERT, 1932), sendo que os alunos atribuíram um valor de um a cinco. Para cada item foi calculado a média aritmética simples. Dessa forma, foi obtido o *Ranking Médio* (RM) proposto por Oliveira (2005) e as respectivas médias dos dados mostrados na Figura 57. Quanto mais próximo de cinco o RM estiver, maior será o nível de satisfação dos estudantes, e quanto mais próximo de um, menor o nível de satisfação.

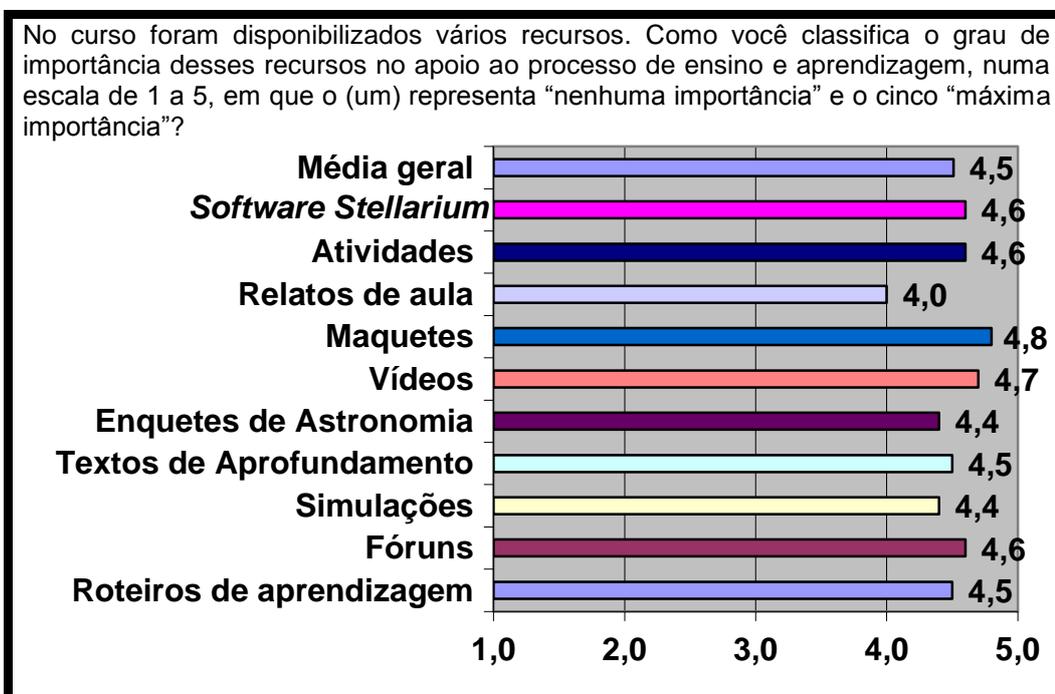


Figura 57 – Nível de satisfação dos alunos em relação às ferramentas disponibilizadas no AVA

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise da média geral, que é igual a 4,5 para essa questão, permite afirmar que os alunos consideram todas as ferramentas disponibilizadas no AVA importantes, sendo que o grau de importância foi menor em relatos de aula, com RM médio igual a 4,0. A maior média foi obtida pelas Maquetes, com RM 4,8, em que se observa que os alunos dão grande importância para as atividades práticas. Em um dos encontros presenciais, foi proposta aos alunos a construção de uma maquete do sistema Sol-Terra-Lua, onde eles representaram vários fenômenos, tais como fases da Lua, eclipses, estações do ano, entre outros.

A segunda questão abordou o tempo de dedicação aos estudos no Curso de Extensão em Astronomia. Verificou-se que 34,4% dos alunos destinaram apenas de duas a quatro horas de estudos ao curso (Figura 58), sendo que a carga horária ideal prevista seria de cinco horas por semana ou mais.



Figura 58 – Tempo de dedicação semanal aos estudos no Curso de Extensão em Astronomia

Fonte: Dados da pesquisa.

A terceira questão teve o objetivo de verificar a periodicidade de acesso ao curso e às atividades disponibilizadas, cujos dados são mostrados na Figura 59.

Pelos dados é possível verificar que os recursos mais acessados '*entre duas e seis vezes por semana*' foram as atividades, com 68,8%; talvez por serem atividades avaliativas, os alunos demonstraram maior compromisso. Em seguida aparecem os roteiros de aprendizagem, fóruns e simulações, por 65,6% dos alunos.

Considerando-se o índice de acesso ao curso, somando-se os dados relativos aos acessos de '*entre duas e seis vezes por semana*' e '*todos os dias*', obtém-se os seguintes dados: Fóruns, 78,1%; Vídeos, 75,0%; Atividades, 75,0%; Roteiros de aprendizagem, 71,9%; Simulações, 68,7%; Textos de Aprofundamento, 65,6%; Relatos de aula 62,5% e Enquetes 56,3%. Observa-se que o índice de acesso de '*ao menos duas vezes por semana*' foi maior que 56,0% para todos os recursos disponibilizados no AVA, o que pode ser considerado como satisfatório, uma vez que se trata de um curso na modalidade semipresencial.

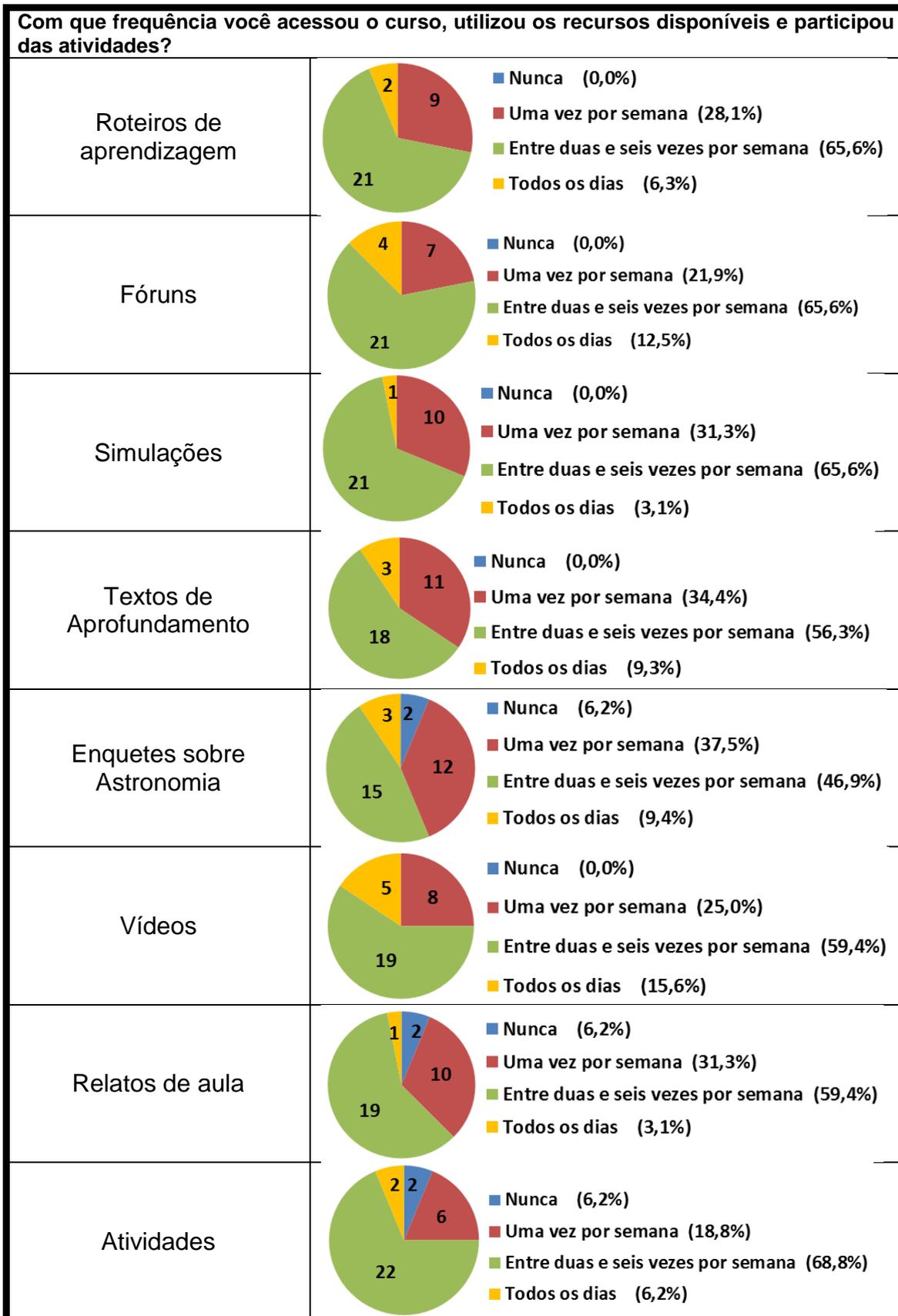


Figura 59 – Periodicidade de acesso ao Curso de Extensão em Astronomia

Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados confirmam a viabilidade da utilização de vários recursos que possibilitam a melhoria do processo ensino e aprendizagem, sendo a utilização do pluralismo metodológico proposto por Laburu, Arruda e Nardi (2003), combinado com os momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1994; 2003), um dos fatores que podem ter contribuído para os resultados positivos obtidos nesta pesquisa.

Os dados comprovam ainda a viabilidade da utilização dos recursos tradicionais, articulados às tecnologias digitais, indo ao encontro do que defende Behrens (2011), que afirma que o professor deve tornar-se um investigador, um pesquisador do conhecimento, crítico e reflexivo, podendo para isso utilizar as várias ferramentas de que dispõe.

A Figura 60 mostra os dados relacionados à quarta questão do questionário final, cuja intenção era saber a opinião dos alunos sobre o tempo necessário para se dedicar ao curso, de tal forma que ocorresse uma aprendizagem significativa. Observou-se que 40,6% apontam que seriam necessários de seis a oito horas semanais de estudo. No entanto, como abordou a segunda questão analisada anteriormente, 34,4% destinaram apenas de duas a quatro horas de estudos ao curso.



Figura 60 – Opinião dos alunos sobre o tempo necessário para se dedicar ao Curso de Extensão em Astronomia

Fonte: Dados da pesquisa.

A quinta questão, mostrada na Figura 61, solicitou aos alunos que sugerissem uma sequência de estudos facilitadora da aprendizagem no curso.

Através da análise de conteúdo (BARDIN, 2011) das respostas mostradas na Figura 61, é possível verificar uma conscientização dos alunos em relação ao

método de estudo, uma vez que as sequências sugeridas vão ao encontro do que foi abordado no curso, no qual se recomendava aos alunos iniciarem os estudos pelos roteiros de aprendizagem, pois estes davam uma visão geral do assunto abordado na semana e continham os *links* para os demais recursos disponibilizados.

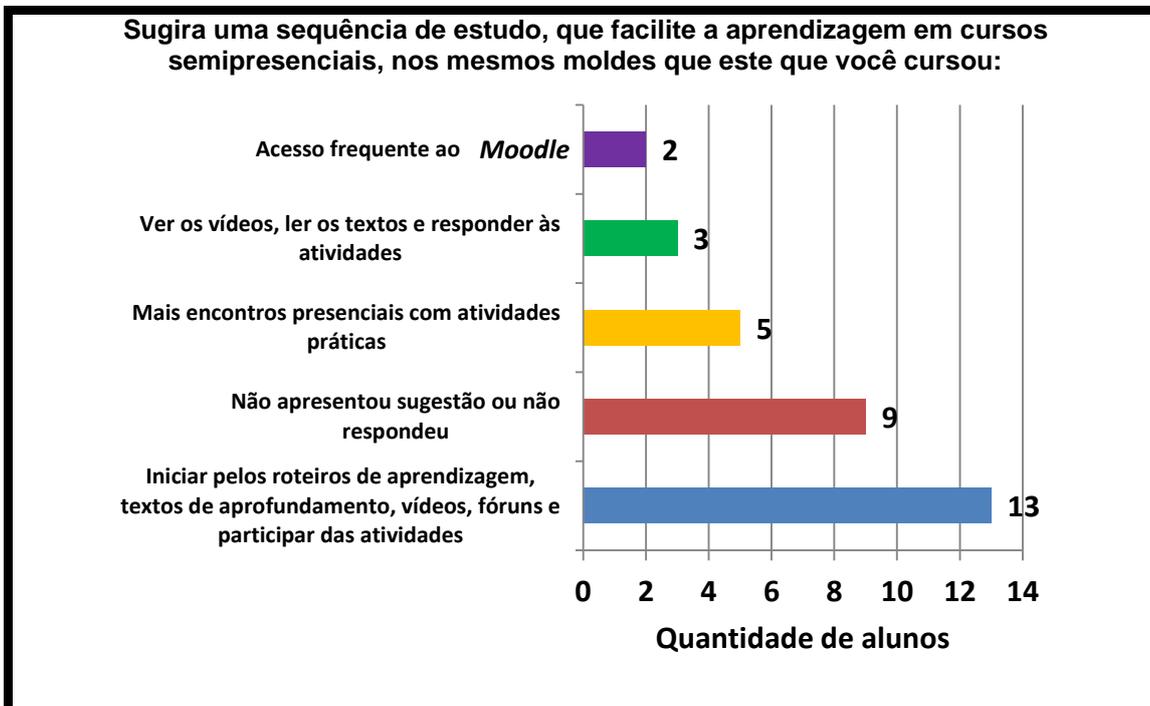


Figura 61 – Sequência de estudo sugerida pelos alunos

Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 62 trata da sexta questão do questionário final, na qual se solicitou aos alunos que apontassem sugestões capazes de promover melhorias no curso.

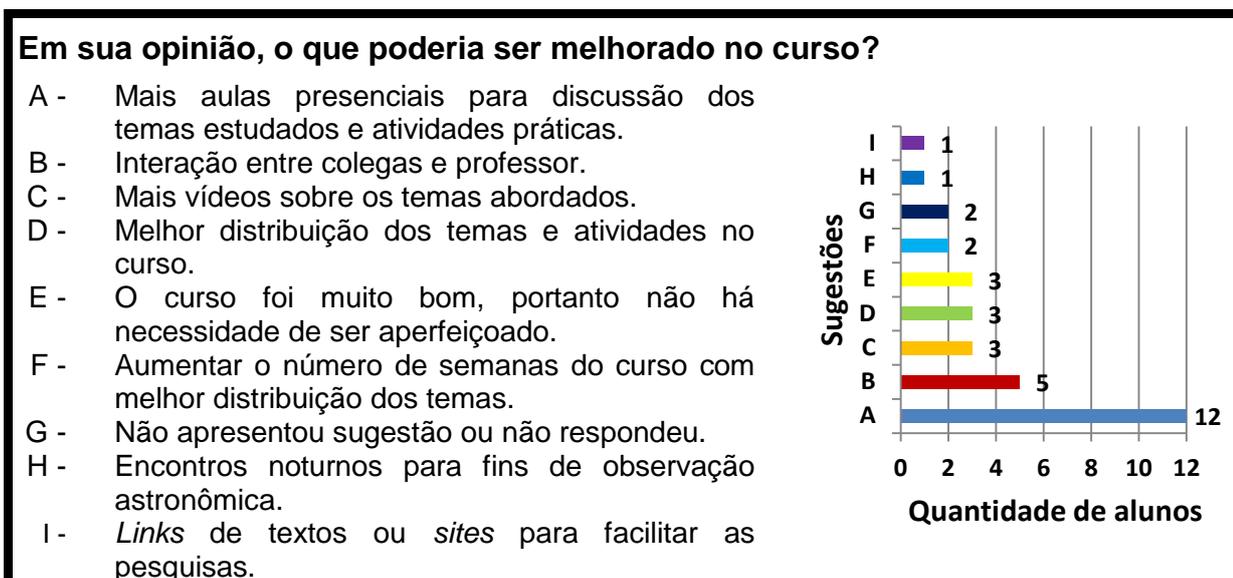


Figura 62 – Sugestões para a melhoria do curso

Fonte: Dados da pesquisa.

Doze alunos sugeriram mais atividades práticas e encontros presenciais, o que vem a ser um número relevante, mostrando que os cursos semipresenciais ainda carecem de carisma e de contato pessoal. Por mais que o desenvolvimento de novas tecnologias busque humanizar esses cursos, o contato humano entre professor e aluno e entre os próprios alunos é primordial no ensino a distância. Esse fato deve ser levado em consideração na elaboração de novos cursos, como o abordado nesta pesquisa.

A sétima questão é do tipo escala de Likert (LIKERT, 1932). Nesta questão os alunos atribuíram um valor de um a cinco, sendo a escala correspondente: (1) Discordo totalmente; (2) Discordo em parte; (3) Não concordo nem discordo; (4) Concordo em parte; (5) Concordo totalmente. Para cada item, calculou-se a média aritmética simples, baseando-se na frequência das respostas, obtendo-se assim o *Ranking Médio* (RM), proposto por Oliveira (2005) e mostrado na Figura 63.

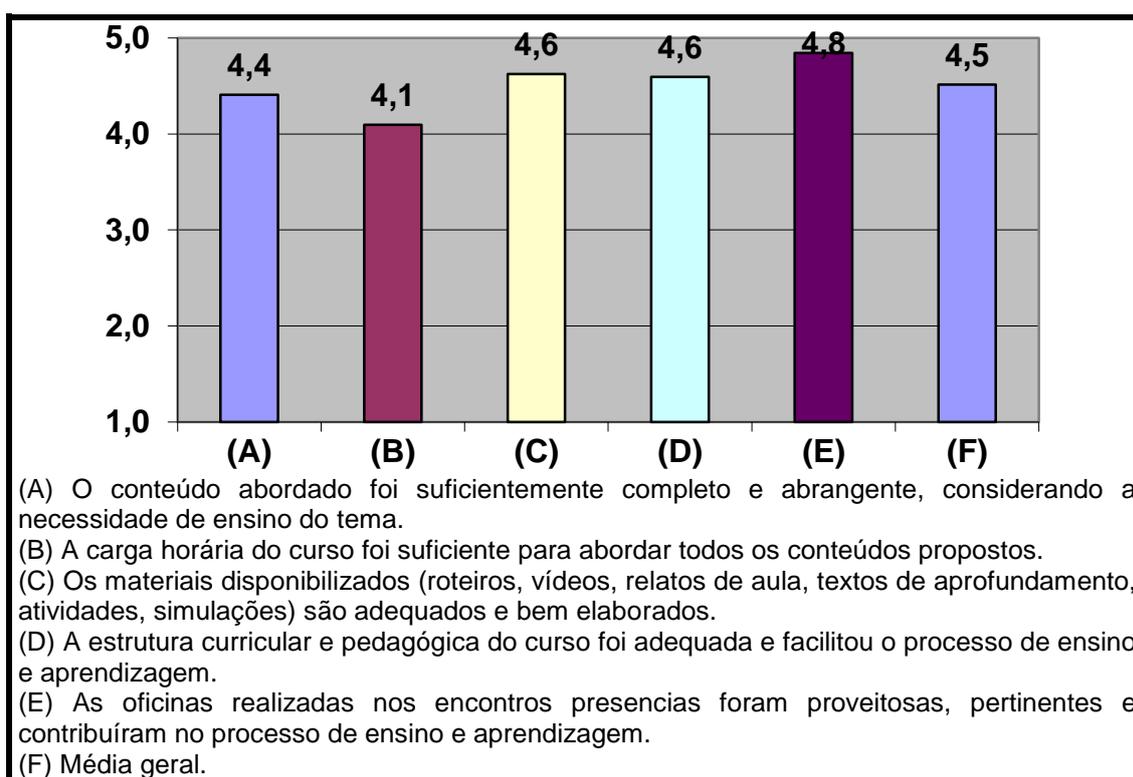


Figura 63 – Análise da satisfação dos alunos do Curso de Extensão em Astronomia

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se na Figura 63 que a satisfação dos alunos em relação aos vários aspectos do Curso de Extensão em Astronomia possui média geral 4,5. Quando se considera cada item individualmente, percebe-se que a menor satisfação está

relacionada à carga horária do curso (média 4,1), significando que os alunos concordam que a carga horária foi suficiente para uma parte dos temas tratados e para outros não. Alguns concordam que a carga horária do curso deveria se estender um pouco mais, conforme afirma o aluno A05:

Aluno A05 – [...] Outro aspecto importante é quanto à carga horária do curso que foi suficiente para cumprir com a proposta dele, mas a mesma poderia ser mais extensa para que assim houvesse uma maior discussão sobre os assuntos abordados e para que abordássemos outros assuntos.

O aluno A09 concorda com o aluno A05 dizendo que a extensão da carga horária permitiria aprofundar alguns assuntos e dispor de tempo para tratar outros temas:

Aluno A09 – O cronograma e a carga horária foram suficientes para tratar os assuntos abordados, mas acho que a carga horária poderia ser mais extensa para que assim fosse possível aprofundar mais os conteúdos e tratar de novos assuntos.

A maior satisfação, com média 4,8, se deu nas oficinas realizadas nos encontros presenciais, sendo que a grande maioria considerou que foram proveitosas, pertinentes e contribuíram para o processo de ensino e aprendizagem, como afirma a resposta do aluno A15:

Aluno A15 - Aprendemos tantos métodos que podemos levar para a sala de aula como, por exemplo, a maquete entre outros que podemos mostrar na prática para o aluno ver como funcionam os movimentos, isso melhora 100,0% na aprendizagem, e na interpretação dos fatos.

A respeito das atividades realizadas nos encontros presenciais, o aluno A22 disse:

Aluno A22 – O curso contribuiu muito para minha vida acadêmica, pois meu conhecimento na área era mínimo. Achei muito legal as atividades que foram desenvolvidas nos encontros presenciais, elas ajudaram muito na fixação do assunto, pretendo utilizá-las futuramente quando já estiver lecionando. Elas proporcionam uma aula dinâmica e interessante, a todo o momento ficamos envolvidos com o desenvolvimento da atividade e sempre nos surpreendendo com os resultados.

O aluno A18 concorda com o aluno A22 e ainda aborda a questão da importância da interação entre os cursistas e entre professor e alunos que deve existir em cursos na modalidade semipresencial, como o relatado neste trabalho:

Aluno A18 – As aulas presenciais são sem sombra de dúvida um ponto marcante no curso, pois são desenvolvidas atividades e construção de equipamentos que nos auxiliam na construção do conhecimento associando

a teoria à prática além de fazer a manutenção do ânimo e motivação no curso por que cada detalhe trás um conhecimento implícito que nos fascina. Além de haver interação com os outros participantes do curso por meio de atividades em grupo e com o professor nos auxiliando para que haja um maior aproveitamento. O curso apresentou uma ótima estrutura, desde a sequência que os temas são apresentados até as atividades propostas na plataforma Moodle.

O aluno A10 salientou as dificuldades encontradas ao se ensinar Astronomia, bem como os erros conceituais encontrados nos livros didáticos e citados por vários autores abordados nesta tese, tais como Langhi e Nardi (2005; 2007b) e Leite e Hosoume (2005):

Aluno A10 - Falando francamente o curso para mim foi de suma importância e muito interessante, pois me mostrou um lado da Física que até então eu não conhecia. Advém ressaltar a dificuldade de se ensinar Astronomia pelo fato de muitos livros didáticos serem escritos por leigos no assunto e conterem inúmeros erros, falhando no aspecto do incentivo à observação prática de fenômenos astronômicos, e em muitas ilustrações e desenhos, que trazem à tona mais erros conceituais sobre fenômenos astronômicos; erros esses que no material disponibilizado no curso não continha atentando-me para estes fazendo com que eu os corrija e não siga os mesmo erros citados acima.

A opinião geral pode ser considerada como a do aluno A04.

Aluno A04 – O curso foi de fundamental importância para nós futuros professores a estarem aprendendo novos conteúdos que podem ser trabalhados em sala de aula, e que desperte o interesse dos alunos. Além de propiciar formas didáticas para estarem trabalhando cada um deles com as diversas atividades trabalhadas aqui. Este curso possibilitou o aprendizado e a construção do conhecimento, através das ferramentas do Moodle e as formas de organizarem o conteúdo.

A oitava questão trata dos fóruns de discussões, que é um importante meio de interação entre alunos e professores e entre os próprios alunos, como ressaltam vários autores, tais como Francisco e Machado (2006), Kenski (2009), Paiva (2010) e Behrens (2011).

Essa questão constou de dois itens a serem respondidos pelos alunos, quais sejam: Quanto aos fóruns de discussões: (a) Você os considera importantes em um curso semipresencial? Justifique.; (b) Como você considera a sua participação nas discussões?

Através da análise de conteúdo baseada em Bardin (2011), foi possível categorizar os dados em *sim*, *não* e *em parte* para o item (a) e em *ótimo*, *bom* e *regular* para o item (b) da questão, cujo resultado é mostrado na Figura 64.

Como exemplo de *sim*, cita-se a resposta do aluno A01:

Aluno A01 - Sim. Possibilita amadurecimento das ideias a respeito do tema e elucidação de algumas dúvidas.

Bem como a do aluno A04:

Aluno A04 - Sim, porque foi através dos fóruns que interagimos com os colegas, tiramos dúvidas, tivemos a ajuda e a orientação do professor. Contudo o fórum só nos fez aprendermos mais.

Já o aluno A02 considera os fóruns *importantes em parte* e salientou que:

Aluno A02 - Em partes, em minha opinião o mais importante é a dedicação do aluno.

O único aluno que respondeu que os fóruns *não são importantes* não justificou a sua resposta.

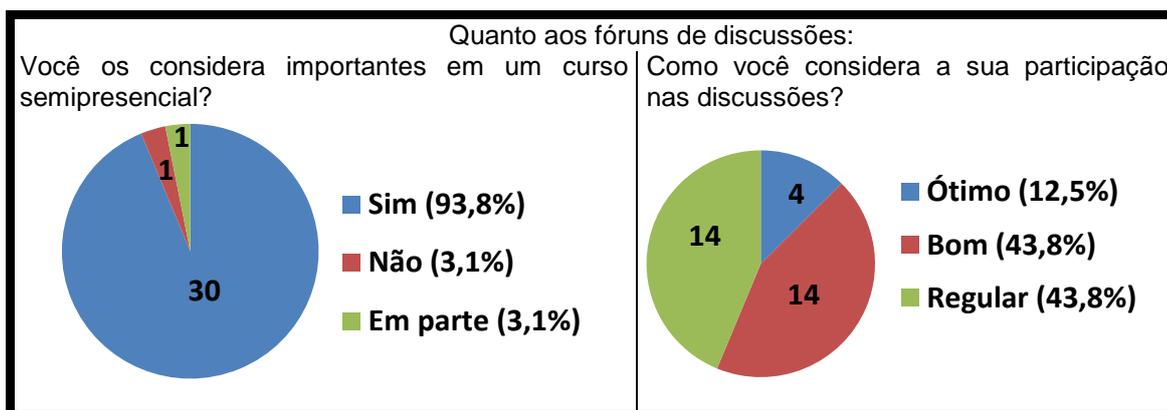


Figura 64 – Opinião dos alunos em relação aos fóruns

Fonte: Dados da pesquisa.

É possível observar pelos dados que 93,8% consideram os fóruns de discussões *importantes*; que apenas um aluno (3,1%) *não os considera importantes* e outro aluno os considera importante *em parte*.

Quanto à participação dos alunos nos fóruns de discussões, é possível perceber que: 12,5% consideraram que tiveram uma *ótima* participação; 43,8% se autoavaliaram com uma *boa* participação, e uma quantidade significativa, correspondendo a 43,8%, participou apenas com *regularidade* nas discussões promovidas nos fóruns de discussões. Esses dados condizem com o levantamento realizado no histórico de acesso e participação nas atividades e ferramentas do

curso do AVA Moodle (MOODLE, 2014). A maior dificuldade encontrada em cursos semipresenciais ou a distância é incentivar ou promover a participação dos alunos nas atividades dos AVA.

Como exemplo de resposta que considerou uma *ótima participação* nas discussões dos fóruns, pode-se citar a resposta do aluno A06:

Aluno A06 - Significante. Pois os fóruns permitiam discutir os conhecimentos adquiridos quanto aos assuntos abordados.

Assim como a resposta do aluno A10:

Aluno A10 - Foi ótima, pois foi fundamental para ajudar a desenvolver as atividades do curso.

O aluno A04 exemplifica os tipos de respostas que foram incluídas na categoria de *boa participação* nos fóruns:

Aluno A04 - Média. Participei de vários fóruns, não em todos. A partir do momento que me empenhei nos fóruns é que descobri o quanto melhorou meu rendimento.

Assim como a resposta do aluno A12:

Aluno A12 - Boa, apesar de não participar assiduamente sempre estava olhando o que se discutia nos fóruns.

Como *participação regular*, cita-se a resposta do aluno A15:

Aluno A15 - Razoável, precisaria participar mais.

Bem como a resposta do aluno A20:

Aluno A20 - Considero que tive uma participação razoável, porque geralmente participava próximo ao término da semana.

A nona questão está relacionada ao AVA Moodle (MOODLE, 2014), que é um ambiente adequado para que ocorra a aprendizagem significativa.

As respostas dos alunos foram categorizadas, utilizando-se a análise de conteúdo (BARDIN, 2011), em *bom, pouco complicado, muito bom, bem acessível, interessante* e *ótimo*. A Figura 65 apresenta os resultados relativos à questão sobre o AVA Moodle.

Os índices podem ser considerados satisfatórios, uma vez que se somando os conceitos *ótimo*, *muito bom* e *bom* obtém-se 56,2% (18 alunos), o que pode ser considerado razoável.

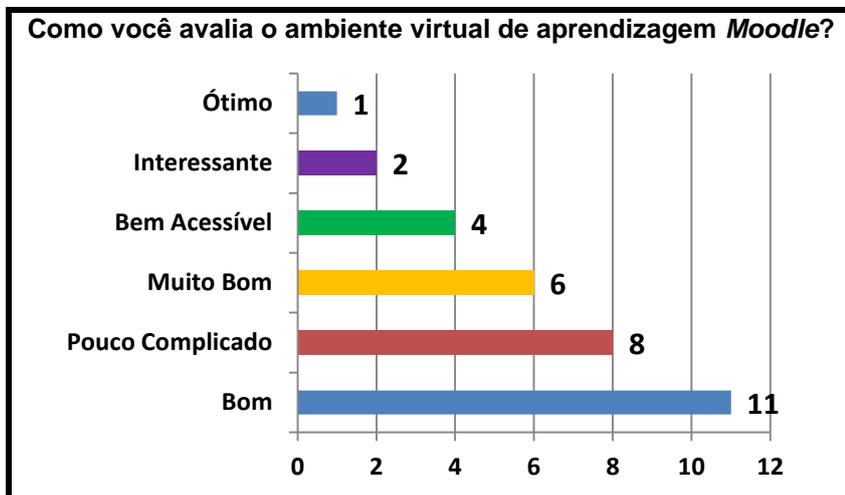


Figura 65 – Opinião dos alunos sobre o AVA Moodle

Fonte: Dados da pesquisa.

Para exemplificar a categoria *bom*, pode-se citar as respostas dos alunos A07 e A25 respectivamente:

Aluno A07 - É bom. No início me perdi, mas com ajuda dos colegas consegui ter um bom aproveitamento. Poderia ser utilizado nos cursos de licenciaturas, disponibilizando os conteúdos e notas dos alunos.

Aluno A25 - Bom de trabalhar e não é de difícil acesso.

A categoria *pouco complicado* pode ser exemplificada através das respostas dos alunos A13 e A26:

Aluno A13 - No início, um pouco complicado, pois pra mim era uma novidade, mas não demorou muito e eu me adaptei a ele.

Aluno A26 - No começo foi um pouco complicado, porém com o tempo percebi ser bem interessante e fácil de compreender e participar.

As respostas dos alunos A06 e A11 são exemplos da categoria *muito bom*:

Aluno A06 - Muito bem estruturado, com fácil acesso e uma organização adequada a todos os participantes.

Aluno A11 - Muito bem formulado e explicativo.

A categoria *bem acessível* pode ser exemplificada através das respostas dos alunos A15, bem como a resposta do aluno A28.

Aluno A15 - O ambiente é bem acessível. Podemos navegar nele de forma fácil e com isso os trabalhos ficam legais.

Aluno A28 - O ambiente é um tanto acessível, de fácil manuseio, permitindo estudar de forma prazerosa.

Os alunos A27 e A29 acharam o Moodle (Moodle, 2014) uma ferramenta interessante e deram a seguinte justificativa:

Aluno A27 - O ambiente é bem interessante com links que facilitam o uso. Gostei.

Aluno A29 - Muito interessante. É uma nova forma de aprendizado que muitos alunos não conhecem e ajuda bastante no ensino de forma produtiva.

A resposta do aluno A03 foi classificada na categoria *ótimo*.

Aluno A03 - O ambiente virtual é uma ótima ferramenta de aprendizagem.

A décima questão aborda os encontros presenciais e contou com cinco itens: (a), (b), (c), (d) e (e). Novamente utilizou-se a análise de conteúdo (BARDIN, 2011).

Para o item (a), cuja pergunta era: **Quanto aos encontros presenciais: Você os considera importantes em um curso semipresencial? Justifique.** As respostas dos alunos foram categorizadas e os dados são mostrados na Figura 66.

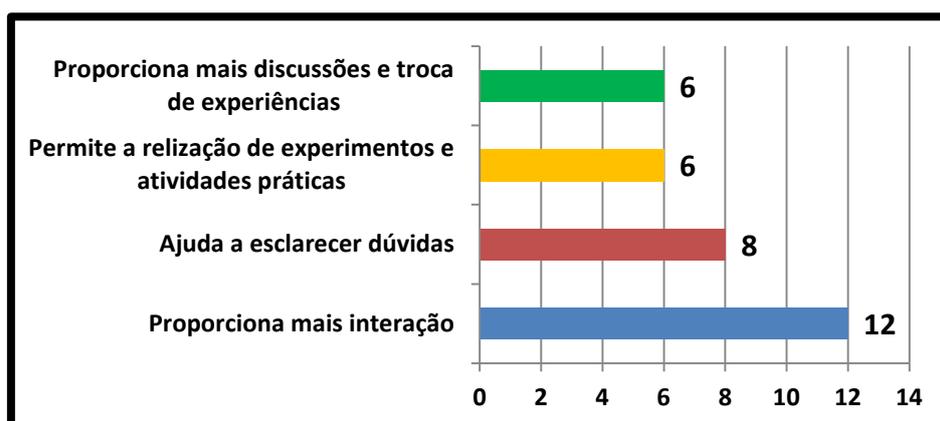


Figura 66 – Opinião dos alunos sobre os encontros presenciais

Fonte: Dados da pesquisa.

O resultado encontrado é um importante dado para as instituições que têm ou pretendem implantar cursos semipresenciais, pois 100,0% dos alunos consideram os encontros presenciais de suma importância para que ocorra uma

aprendizagem significativa (MOREIRA, 2006) nesses cursos, e *proporciona mais interação*, como salientam os alunos A03 e A24:

Aluno A03 - Sim, porque são nos encontros presenciais que temos uma interação melhor, além das oficinas que são realizadas.

Aluno A24 - Sim. A interação com o professor facilita as discussões além das atividades realizadas nos encontros.

Os alunos A02 e A18 abordam a importância das atividades realizadas nos encontros presenciais, pois *ajudam a esclarecer dúvidas*:

Aluno A02 - Sim. Muito importante, pois podemos tirar dúvidas pessoalmente.

Aluno A18 - Sim, pois é onde podemos todos juntos realizar experiências e com o auxílio do professor esclarecer dúvidas e acrescentar observações.

Os alunos A04 e A31 afirmam que os encontros presenciais são importantes, pois *permitem a realização de experimentos e atividades práticas*:

Aluno A04 - Sim, pois neles colocamos em prática o que aprendemos no virtual.

Aluno A31 - Sim. Pois permite colocar em prática o conhecimento teórico.

Os alunos A07 e A10 ressaltam a importância dos assuntos discutidos nos encontros presenciais, que vão além do virtual, realizado nos fóruns, pois *proporcionam mais discussões e troca de experiências*:

Aluno A07 - Sim, pois através deles podemos discutir assuntos que no fórum não foi possível.

Aluno A10 - Claro. É onde podemos trocar experiências com os outros alunos e formar as nossas opiniões.

As respostas ao item (b) '**Como você avalia a sua participação nestes encontros?**', foram classificadas em *ótimo, muito bom, bom e regular* (Figura 67). Somando-se o percentual de alunos que se incluem com uma participação *ótima e muito boa* nos encontros presenciais, obtém-se 59,3%, que pode ser considerado um resultado satisfatório. Acrescentando-se os alunos que se autoavaliaram com uma *boa participação*, chega-se a 90,6%, que é um índice alto, em termos de cursos semipresenciais, como o abordado nesta tese.

Como exemplos de alunos que se consideram com uma *ótima* participação, pode-se citar a resposta dos alunos A06 e A11, que ressaltaram a participação em todos os encontros presenciais:

Aluno A06 - Considero ótima, pois participei de todos os encontros, exceto o da construção da luneta. Nos que participei, realizei todas as atividades.

Aluno A11 - Ótimo. Não faltei e sei que foi de grande importância para mim.

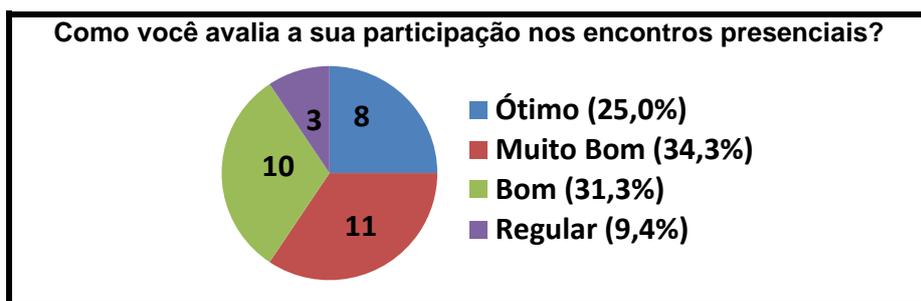


Figura 67 – Participação dos alunos nos encontros presenciais

Fonte: Dados da pesquisa.

As respostas classificadas com o conceito *muito bom* são exemplificadas através das narrativas dos alunos A01 e A09:

Aluno A01 – Muito bom, pois procurei aproveitar ao máximo, tendo considerado bastante relevante a construção da luneta.

Aluno A09 – Muito bom. A minha participação nos encontros foi ativa e de grande contribuição para o meu aprendizado.

Os alunos como A03 e A10 podem ser considerados com uma *boa* participação nos encontros presenciais:

Aluno A03 - Boa. Tive participação ativa nos encontros.

Aluno A10 - Boa, pois tive a oportunidade de conhecer na prática as ideias dos meus colegas.

Os alunos como A04 e A19, por não terem uma participação ativa nos encontros presenciais, foram considerados como tendo participação *regular*:

Aluno A04 – Regular, pois poderia ter participado mais.

Aluno A19- Razoável, porque foi muito corrido esse período no curso regular, o que acarretou uma sobrecarga de trabalhos.

O item (c) '**A quantidade e a carga horária foram suficientes e os assuntos abordados atenderam as suas expectativas?**'. Vinte e três alunos (71,9%) disseram que a carga horária foi suficiente e os conteúdos abordados

atenderam as expectativas. Nove alunos (28,1%) afirmaram que apesar de os conteúdos terem atendido as expectativas, a carga horária foi insuficiente.

O item (d) da décima questão teve o objetivo de verificar quais oficinas foram mais interessantes. Neste caso, eles podiam citar todas as oficinas (Figura 68).

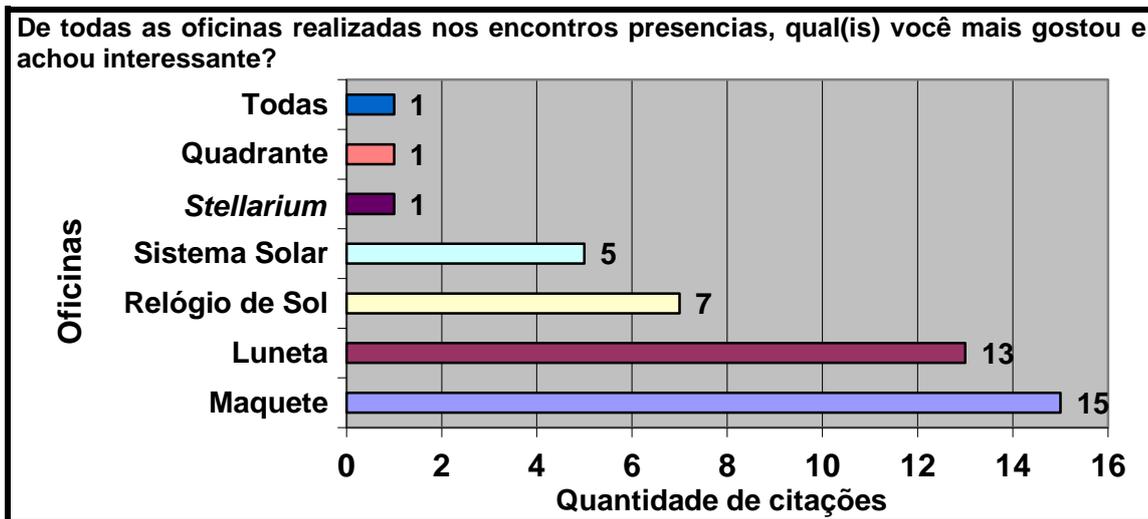


Figura 68 – Oficinas mais citadas pelos alunos

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que as oficinas mais citadas pelos alunos foram a maquete do sistema Sol-Terra-Lua, que permite trabalhar vários fenômenos astronômicos de forma simples, clara e objetiva, como citado pelo aluno A24:

Aluno A24: A maquete do sistema Sol-Terra-Lua facilita em muito a compreensão de diversos fenômenos.

A oficina em que se construiu a luneta foi citada por treze alunos, a oficina sobre o relógio de Sol equatorial foi citada por sete alunos, e a oficina sobre o Sistema planetário do Sol em escala de distância e de tamanho, por cinco alunos. Os alunos ficaram impressionados com a relação de tamanho e distância que existe entre os planetas conhecidos do Sistema Solar e o Sol.

O último item da décima questão (e), mostrado na Figura 69, teve o objetivo de verificar se os alunos teriam sugestões de assuntos a serem abordados no curso.

O resultado, como se pode observar na Figura 69, aponta que 62,5% dos alunos estão satisfeitos com os assuntos abordados e não indicaram alterações; e 37,5% apresentaram alguma sugestão de novos temas a serem acrescentados no curso.



Figura 69 – Opinião dos alunos sobre os temas tratados no curso de extensão

Fonte: Dados da pesquisa.

Os alunos poderiam sugerir mais de um tema, e os assuntos mais sugeridos pelos alunos são mostrados no Quadro 9.

Temas sugeridos	Número de citações
Observações noturnas com telescópios	3
Possibilidade de vida em outros planetas	3
História da Astronomia	2
A teoria do <i>Bing Bang</i>	1
Aprofundamento quanto a buracos negros, origem e modelagem do universo	1
Temas atuais da Astronomia	1
Visitas a observatórios astronômicos	1

Quadro 9 – Assuntos mais sugeridos pelos alunos

Fonte: Dados da pesquisa.

1.1 Conhecimentos Preliminares dos Alunos em Relação à Astronomia

Na terceira seção do questionário inicial (questões quinze a dezoito do Apêndice A), os alunos foram indagados sobre o nível de conhecimento em Astronomia e assim tiveram a oportunidade de refletirem e se autoavaliarem. Percebeu-se que grande parte deles, representado por vinte e dois alunos (68,7%), dizem ter um conhecimento regular; seis alunos (18,7%) dizem não ter nenhum conhecimento, como pode se ver na Figura 70.



Figura 70 – Nível de conhecimento dos alunos em relação à Astronomia

Fonte: Dados da pesquisa.

Esses resultados estão relacionados com a ausência do Ensino de Astronomia na educação básica, como os apontados nas pesquisas realizadas por Puzzo (2005), Leite (2006), Langhi (2009) e Aroca e Silva (2011). Outros dois alunos (6,3%) afirmam ter um bom conhecimento, mesmo índice apontado para os alunos que dizem ter um ótimo conhecimento, talvez por terem maior interesse nos assuntos dessa área do conhecimento. Nenhum aluno disse ter um excelente conhecimento em Astronomia, como mostra a Figura 70.

Ainda no questionário inicial, foi possível verificar que 81,2% dos alunos não participaram de nenhuma oficina de Astronomia e apenas seis alunos (18,8%) dizem ter frequentado algum curso ou oficina de Astronomia, como mostram os dados da Figura 71.

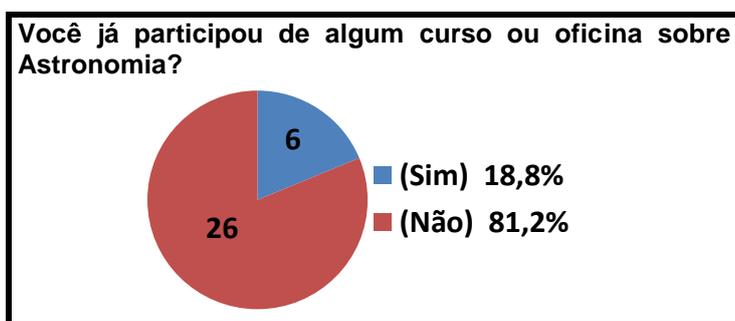


Figura 71 – Participação dos alunos em oficinas de Astronomia

Fonte: Dados da pesquisa.

Os seis alunos dizem ter frequentado minicurso, organizado pelo IFNMG, com carga horária de oito horas, durante a semana das licenciaturas, que é um evento acadêmico que ocorre na Instituição.

Ainda no questionário inicial, solicitou-se aos alunos que descrevessem resumidamente o que é Astronomia, e o resultado foi que 32 alunos (100,0%) deram uma resposta que pode ser considerada satisfatória, ao responderem algo parecido com “Ciência dos astros e mais genericamente de todos os objetos e fenômenos celestes.” (MOURÃO, 1987), ou “Ciência que trata da posição, movimentos, constituição e evolução dos astros.” (FERREIRA, 2004).

Pelos resultados, percebeu-se que os alunos sabiam ou tinham conhecimento do termo Astronomia, que podia ser da vida cotidiana, ou através da escola, ou mesmo da mídia, no entanto, ao tratar de assuntos específicos, os resultados são insatisfatórios, como será mostrado adiante.

5.6 Concepção dos alunos em relação à astronomia

A análise das respostas dos alunos relacionadas aos conteúdos de Astronomia confirma várias pesquisas realizadas, tais como Puzzo (2005), Leite (2006), Albrecht e Voelzke (2010), Langhi (2009), Aroca e Silva (2011) e Macêdo e Voelzke (2014a, 2014b): indicam baixo ou nenhum conhecimento desse tema, sendo a causa principal a ausência do Ensino de Astronomia na educação básica. Os alunos ao chegarem ao ensino superior estão mal preparados e não recebem formação adequada durante a graduação, ou mesmo depois de formados, nos cursos de formação continuada. O resultado de tudo isso é que ao iniciarem a docência tendem a repercutir a formação que receberam, ou seja, os conteúdos relacionados à Astronomia serão novamente deixados em segundo plano.

Para efeito de análise das próximas questões, chama-se aqui de questões pré-curso as que foram aplicadas antes da realização do Curso de Extensão em Astronomia, na quarta seção do questionário inicial (questões dezenove a vinte e cinco do apêndice A), e de questões pós-curso, as que foram realizadas logo após o encerramento das atividades, na segunda seção do questionário final (questões onze a dezessete do Apêndice B). Somente as questões analisadas nesta seção são comuns aos dois questionários.

Foram desconsideradas da análise dos dados as questões 19F, 24 e 25 do questionário inicial (Apêndice A) e as questões 11F, 16, 17 do questionário final (Apêndice B). As justificativas para a exclusão das questões foram dadas na seção 2.2.3, do capítulo 2, bem como nos Apêndices A e B.

Para efeito de análise dos dados, as questões foram separadas em grupo temático, por assunto, sendo que a numeração citada nesta seção, não condiz necessariamente com a numeração dos questionários inicial e final, pois a numeração não é a mesma para ambos, sendo dezesseis questões comuns aos dois questionários⁵³.

⁵³ Das cinco questões comuns aos dois questionários e analisados nessa seção, uma foi subdividida em doze itens, portanto pode-se considerar que são dezesseis questões comuns aos dois questionários: inicial e final.

As duas questões que seguem (Figuras 72 e 73) estão relacionadas aos pontos cardeais:

Analisando as respostas de todas as questões, foi possível verificar que os alunos que não se dedicaram adequadamente ao curso, nos encontros presenciais e nas atividades do AVA, erraram mais, em torno de nove ao todo.

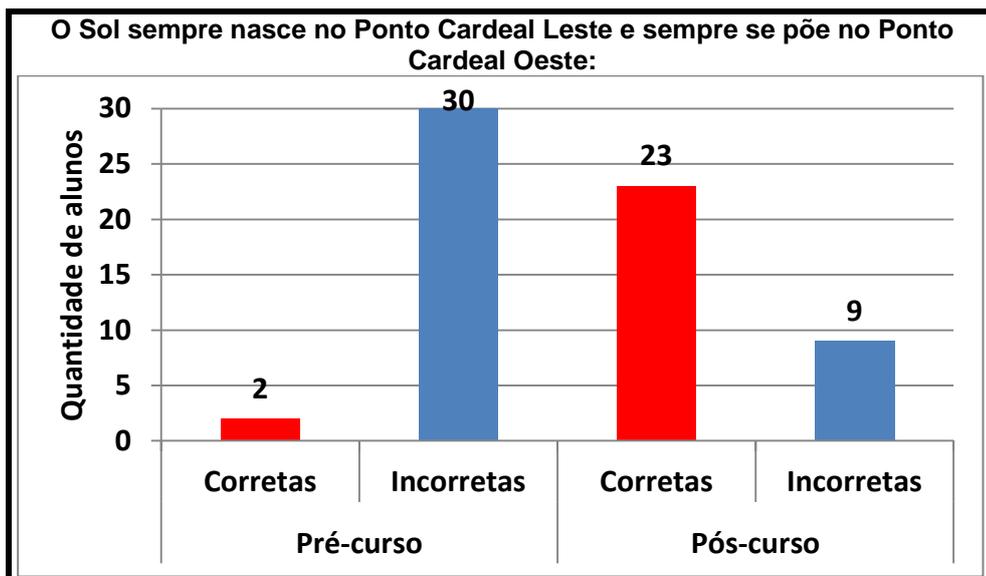


Figura 72 – Questão relacionada ao ponto onde o Sol nasce e se põe

Fonte: Dados da pesquisa.

Pela Figura 72, percebe-se que trinta alunos (93,7%) consideram a afirmativa verdadeira no pré-curso, o que demonstra falta de conhecimento sobre o movimento aparente do Sol, pois na verdade este fato acontece somente duas vezes no ano, nos equinócios de março e de setembro (BOCZKO, 1998). Nos demais dias, o Sol nasce em pontos diferentes, fenômeno causado pela inclinação do eixo da Terra, que é de aproximadamente $23,5^\circ$ em relação à perpendicular ao plano de sua órbita. A pesquisa mostra que, após a realização do curso, vinte e três alunos (71,9%) responderam corretamente a questão, o que demonstra uma melhoria nas respostas dos alunos. No entanto, nove alunos não conseguiram compreender o movimento anual do Sol, não acertando a questão que é relativamente fácil.

Alguns movimentos que se observam no céu são movimentos denominados de aparentes, como os abordados nas questões cujas respostas são mostradas nas Figuras 72 e 73, ou seja, só acontecem porque a Terra está se movimentando em torno do seu próprio eixo. Este movimento causa o dia e a noite. O movimento que o

Sol e as estrelas fazem aparecendo de um lado do horizonte e desaparecendo do outro é um movimento aparente. Se fosse possível fazer a Terra parar de girar em torno do seu eixo imaginário, esse movimento deixaria de acontecer (MOURÃO, 2002; CDCC-USP, 2007).

Resultado semelhante pode ser observado na questão que tratou da localização através dos pontos cardeais (Figura 73), tema que é abordado incorretamente em vários livros didáticos como Simielli (2012), ou mesmo em materiais didáticos disponíveis na *internet*, tais como Rodrigues (2011), ambos discutidos anteriormente nesta tese. Erros dessa natureza foram apontados por Paula e Oliveira (1997).

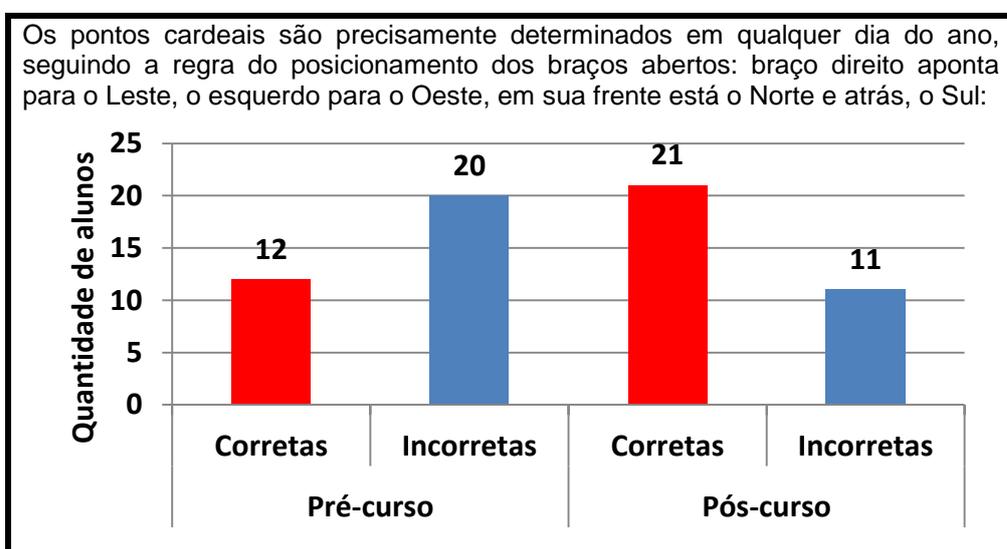


Figura 73 – Questão relacionada aos pontos cardeais

Fonte: Dados da pesquisa.

Percebe-se que vinte alunos (62,5%) responderam incorretamente esta questão no pré-curso, conforme mostra a Figura 73. A pesquisa mostra que, após a realização do curso, vinte e um alunos (65,6%) responderam corretamente à questão, o que demonstra um resultado semelhante à questão anterior, em que apesar de o resultado ter melhorado, as concepções espontâneas erradas ainda persistem em onze alunos (28,1%).

A terceira questão (Figura 74) trata do fenômeno do Sol a pino, onde o Sol encontra-se no zênite, que é o ponto mais alto do céu, e as sombras estarão exatamente embaixo dos objetos que as produzem. De acordo com Boczeko (1998),

um dos erros mais comuns dos livros didáticos é afirmar que a sombra de um poste é um ponto ao meio-dia.

Boczko (1998) afirma que: (i) Para regiões localizadas entre os trópicos, ocorrem, no máximo, dois dias por ano, em que a sombra de uma pessoa ou de um poste vertical, ao meio-dia, é um ponto; (ii) Para um local no equador terrestre, o Sol cruza a pino o meridiano local nos dias dos equinócios; (iii) Em regiões sobre os trópicos, esse fato ocorre no máximo uma vez por ano, na data do solstício do verão correspondente; (iv) Em locais fora da região intertropical, nunca a sombra de uma pessoa ou de um poste vertical é um ponto ao meio-dia.

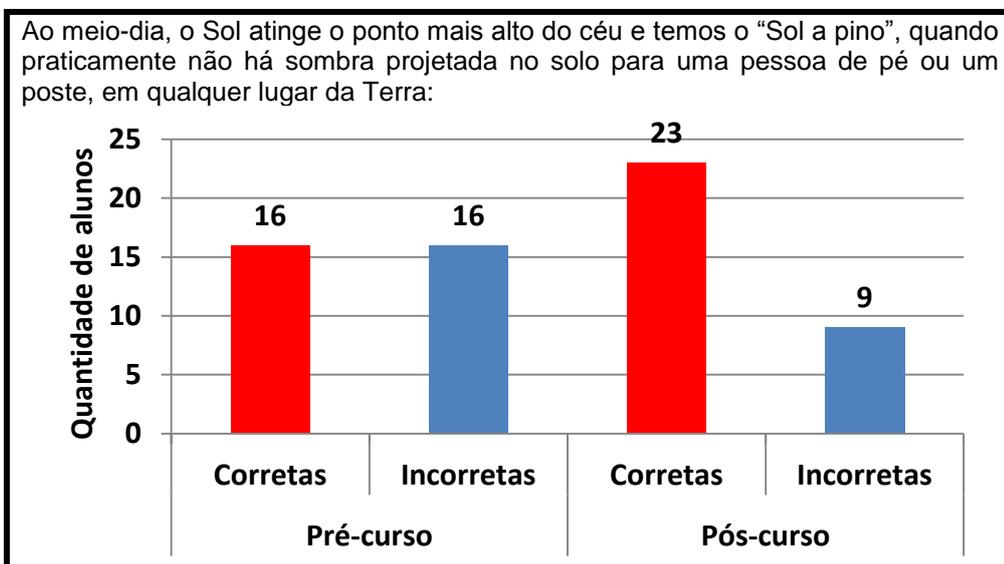


Figura 74 – Resposta dos alunos em relação ao fenômeno do Sol a pino

Fonte: Dados da pesquisa.

No pré-curso, como mostra a Figura 74, dezesseis alunos (50,0%) consideraram a afirmativa verdadeira, o que é um equívoco, pois esse fato acontece ao meio-dia somente se a latitude do lugar onde se encontra o observador coincidir com o paralelo de declinação do Sol, e ocorre nas zonas tropicais, como é o caso de grande parte do Brasil, apenas em dois dias do ano. No pós-curso, o índice de respostas positivas pode ser considerado bom, uma vez que vinte e três alunos (71,9%) responderam corretamente à questão, mas nove alunos (28,1%) não conseguiram compreender o assunto.

A quarta questão (Figura 75) aborda o movimento de rotação da Terra, que vista por um observador do espaço sobre o polo Norte, de acordo com Mourão

(1997), bem como Nussenzweig (2013), gira em torno do seu eixo no sentido anti-horário.

Pode-se ver na Figura 75 que no pré-curso, apenas quatorze alunos (43,8%) consideraram a afirmativa verdadeira, enquanto que no pós-curso o índice de acerto foi de 78,1% (vinte e cinco alunos), indícios de que ocorreu uma aprendizagem significativa dos conceitos.

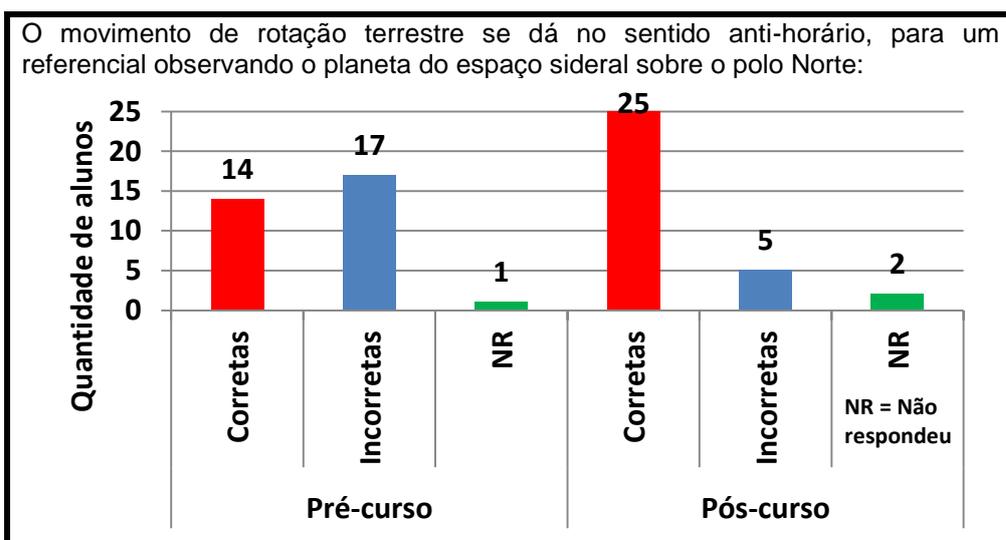


Figura 75 – Questão sobre o movimento de rotação da Terra

Fonte: Dados da pesquisa.

A quinta e a sexta questões estão relacionadas às estações do ano. Podem-se citar vários exemplos de erros grosseiros que se propagam na mídia e até mesmo nos livros didáticos, tais como afirmar que a órbita da Terra é uma elipse bastante achatada, portanto não se aproxima de uma circunferência, e que essa variação da distância Terra-Sol influencia consideravelmente na variação climática anual, o que é corroborado pela representação inadequada da trajetória da Terra em torno do Sol nos livros didáticos, como salienta Boczko (1998). A Figura 76 aborda essa questão.

No questionário inicial (pré-curso), conforme ilustra a Figura 76, observa-se que trinta alunos (93,7%) consideram que a causa das estações do ano é a órbita da Terra em torno do Sol, o que é um equívoco, pois a excentricidade da órbita da Terra é igual a 0,0167, de acordo com Mourão (2002), sendo praticamente nula. Portanto, a órbita é mais próxima de uma circunferência, e a diferença de incidência dos raios solares quando ela está mais próxima do Sol ou mais afastada é desprezível, não sendo responsável pela causa das estações do ano. No pós-curso,

observa-se um grau de respostas positivas considerável, podendo se afirmar que ocorreu uma melhoria significativa das respostas, uma vez que vinte e dois alunos (68,8%) responderam corretamente a essa questão.

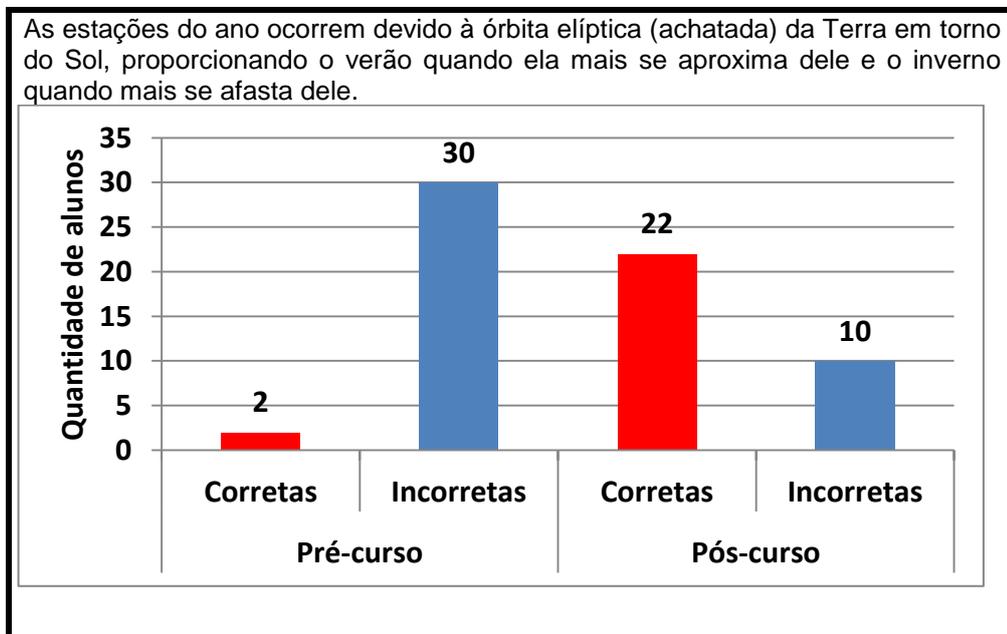


Figura 76 – Questão relacionada às estações do ano

Fonte: Dados da pesquisa.

Mesmo aceitando que a variação de distância entre o Sol e a Terra não explica a variação climática anual, visto que é causada pela inclinação do eixo imaginário de rotação da Terra em relação ao seu plano orbital, vários alunos e professores ainda questionam se a variação da distância Terra-Sol não causa efeitos sobre o clima da Terra, como afirmam Dias e Piassi (2007). A sexta questão mostrada na Figura 77 trata deste tema.

No questionário inicial, conforme ilustra a Figura 77, observa-se que dezesseis alunos (50,0%) consideram que a causa das estações do ano é a órbita da Terra em torno do Sol, representado pela alternativa (A). Apenas cinco alunos (15,6%) acertaram essa questão (alternativa C), pois as estações do ano são causadas principalmente pela variação de calor recebida do Sol pelos diferentes hemisférios da Terra, devido à inclinação do eixo da Terra, que de acordo com Mourão (2002) é de aproximadamente $23,5^\circ$ em relação à perpendicular ao plano de sua órbita e aponta para uma mesma direção do espaço, como afirma Boczko (1998). No pós-curso, observa-se um grau de respostas positivas considerável,

podendo-se afirmar que ocorreu uma melhoria significativa das respostas, uma vez que vinte e um alunos (65,6%) responderam corretamente a esta questão.

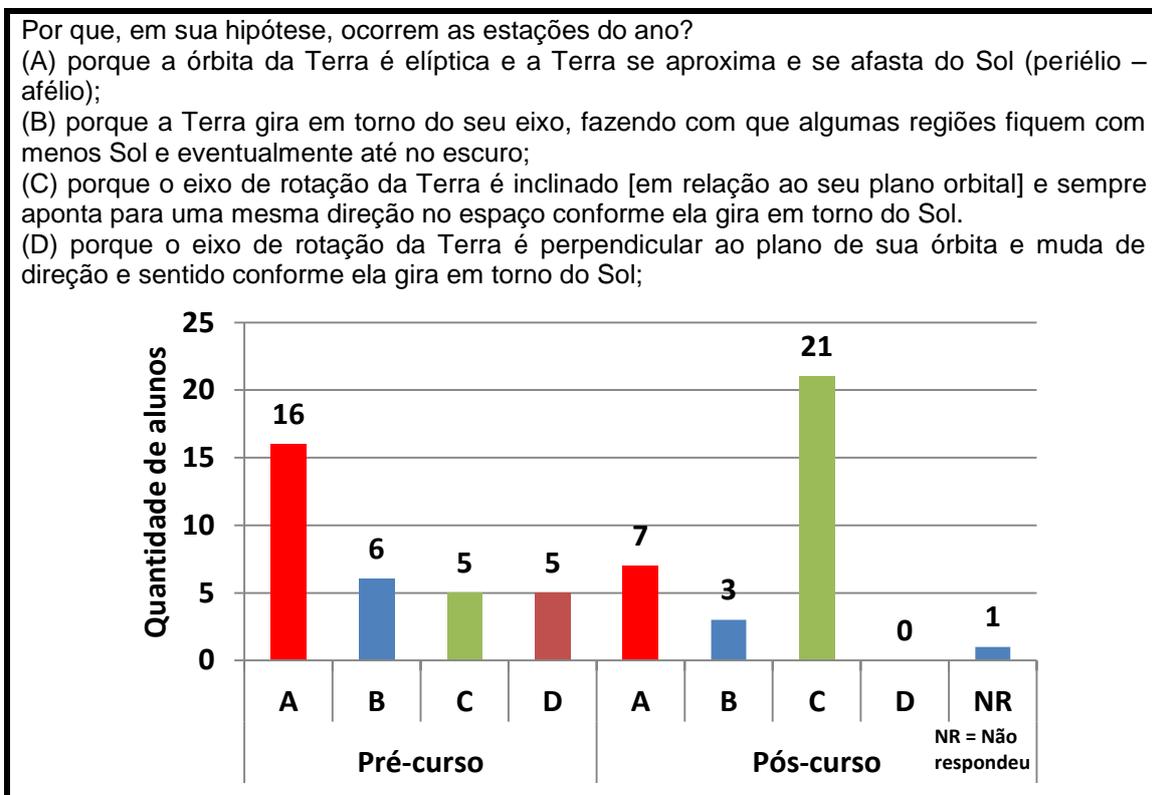


Figura 77 – Causa das estações do ano

Fonte: Dados da pesquisa.

A sétima e a oitava questões (Figuras 78 e 79) estão relacionadas ao lado oculto da Lua. A esse respeito Mourão (2002), afirma:

É fácil para aqueles que já contemplaram os detalhes da superfície lunar, mesmo a olho nu, constatar os acidentes lunares, que conservam sempre as suas posições relativas. Essa aparente imobilidade deve-se ao fato de o nosso satélite manter sempre o mesmo hemisfério voltado para a Terra, razão pela qual só vemos um lado. O outro permanece para sempre escondido dos observadores situados na superfície terrestre. [...]

O fato de a Lua mostrar sempre o mesmo lado aos nossos olhos não significa que permaneça estacionária; ela gira ao redor de seu próprio eixo de oeste para leste, e essa rotação leva um mês. Em consequência deste movimento ser igual ao de revolução ao redor da Terra - a lunação -, só vemos um lado. Um outro resultado desse fato é que os dias e as noites da Lua são muito maiores que os nossos. Assim, a superfície exposta aos raios solares deve ser extremamente quente e, quando eles não incidem sobre a superfície, ela se torna extremamente fria. (MOURÃO, 2002, p. 207)

Assim, é possível concluir que a existência do lado oculto da Lua, ou seja, a causa da Lua mostrar sempre a mesma face voltada para a Terra, ocorre porque

sua órbita ao redor da Terra tem o mesmo período em que completa uma volta em torno do próprio eixo. Portanto a questão tratada na Figura 78 é falsa.

No pré-curso, o índice de acertos e erros relativos a esta questão foi de 50,0% (Figura 78). No pós-curso, pode-se dizer que ocorreu uma aprendizagem significativa dos conceitos, uma vez que o índice de acertos de 81,3% (vinte e seis alunos) pode ser considerado satisfatório.

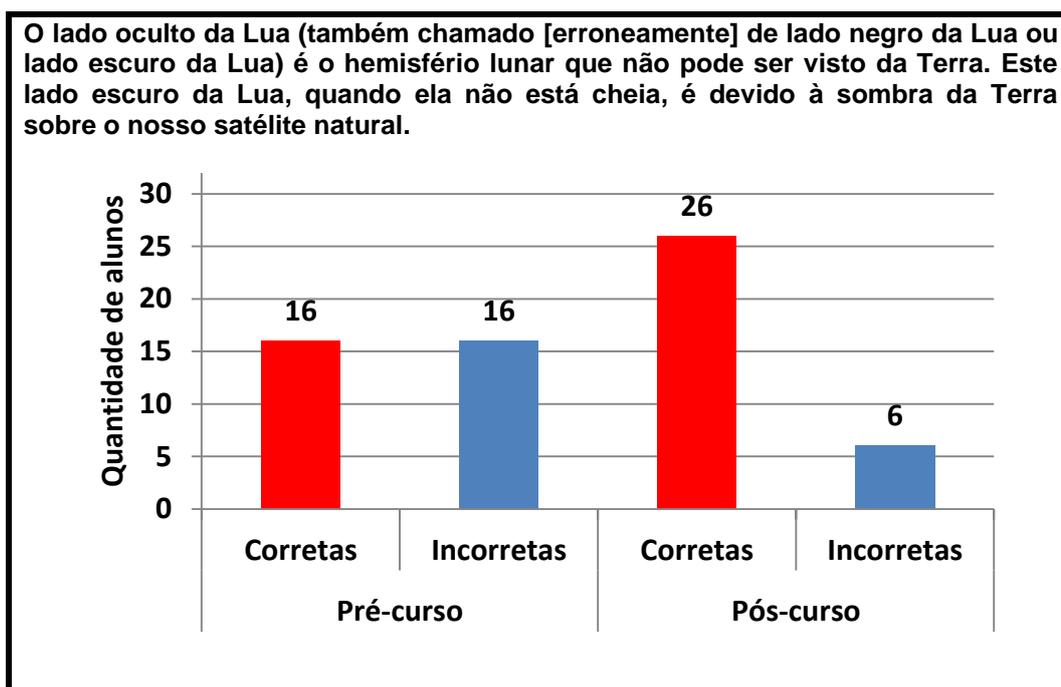


Figura 78 – O lado oculto da Lua

Fonte: Dados da pesquisa.

Afirmar que a Lua possui um lado que está eternamente no escuro é uma lenda e um erro conceitual presente nos livros didáticos, fazendo parte das concepções espontâneas presentes entre professores e alunos, como afirmam Langhi e Nardi (2007b) e Oliveira, Voelzke e Amaral (2007), pois o lado oculto da Lua é parcialmente iluminado pela luz solar em todas as fases lunares, exceto quando está na fase de Lua cheia, e totalmente iluminado quando está na fase de Lua nova. A esse respeito, Langhi e Nardi (2007b) afirmam:

[...] o lado escuro de qualquer planeta ou lua é apenas o lado não iluminado – a noite. Assim, por exemplo, quando a Lua está em sua fase nova, o seu lado não iluminado está voltado para a Terra, ao passo que a face que não enxergamos está totalmente banhada pela luz solar. Portanto, o chamado “lado escuro” da Lua nem sempre está no escuro, sendo mais apropriado chamá-lo de lado oculto ou face não visível da Lua {para os observadores na Terra}. (LANGHI; NARDI, 2007b, p. 103).

A Figura 79 aborda essa questão.

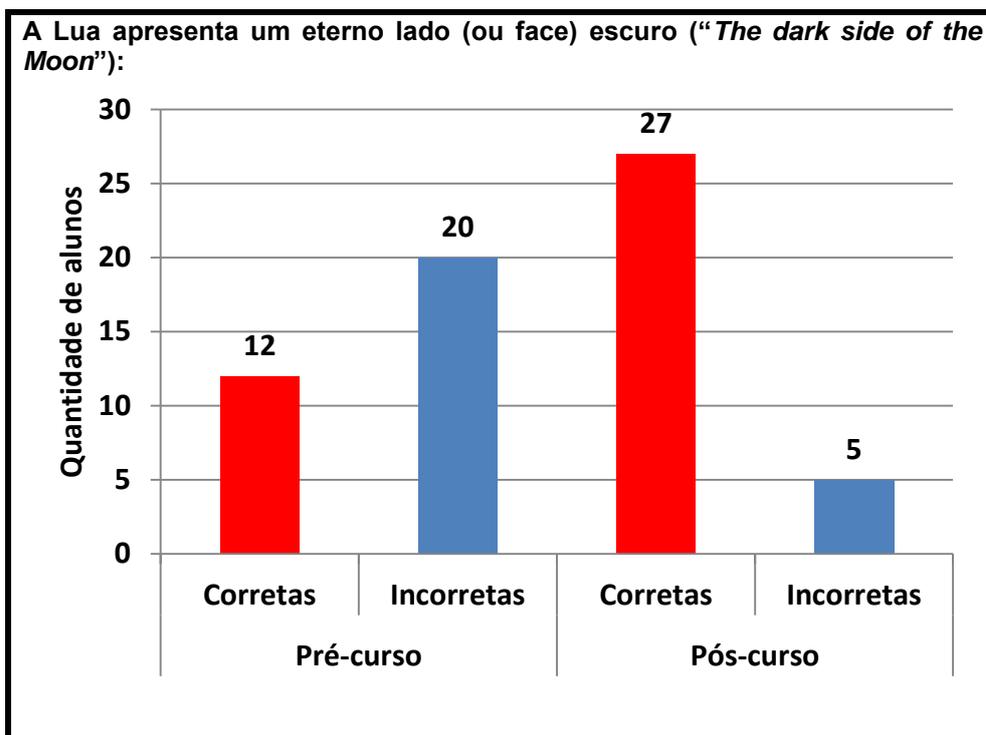


Figura 79 – Questão referente ao lado oculto da Lua

Fonte: Dados da pesquisa.

No pré-curso, os dados confirmam a afirmação de Langhi e Nardi (2007b), pois percebeu-se que as concepções espontâneas estavam presentes em vinte alunos (62,5%), que erroneamente consideraram a afirmativa verdadeira. No pós-curso, ocorreu um aumento considerável no nível de acerto, uma vez que vinte e sete alunos (84,4%) conseguiram compreender o tema. Pode-se dizer que ocorreu uma interação entre as informações preexistentes na estrutura cognitiva dos alunos e as novas ideias abordadas, condição necessária para que ocorra uma aprendizagem significativa, como afirma Moreira (2006).

A nona questão trata das fases da Lua, e afirmou-se o seguinte: **A Lua possui quatro fases: nova, crescente, cheia e minguante**. Para a análise desta questão, considerou-se apenas os aspectos principais da aparência da Lua, mesmo sabendo que sua aparência muda diariamente, provocada, de acordo com Mourão (2002) e Boczko e Leister (2003), pela variação da posição relativa da Lua, do Sol e da Terra. Assim, para efeitos didáticos, considerou-se essa afirmativa como sendo verdadeira, mesmo sabendo que a Lua **não** possui **apenas** quatro fases, visto que “[...] a Lua muda o seu aspecto a cada instante e, gradualmente, varia as suas fases.

(LANGHI; NARDI, 2007b, p. 93)”. Neste sentido, considerou-se correto dizer que a Lua possui quatro fases, que de acordo com Mourão (1998, p. 50; 2002, p. 484) são: Lua nova, Quarto-crescente, Lua cheia e Quarto-minguante, que são os aspectos principais da aparência lunar. O índice de acerto para esta questão foi de 100,0% para ambos os questionários, inicial e final.

A décima questão aborda a observação da Lua. De acordo com Mourão (1998), a Lua é mais fácil de ser observada nas fases crescente e minguante, em que a incidência de luz na superfície lunar é menor. Na Lua cheia, “Sua observação é muito cansativa, em virtude do excesso de luz.” (MOURÃO, 1998, p. 53). Nesse sentido, a afirmação contida nesta questão (Figura 80) é considerada falsa.

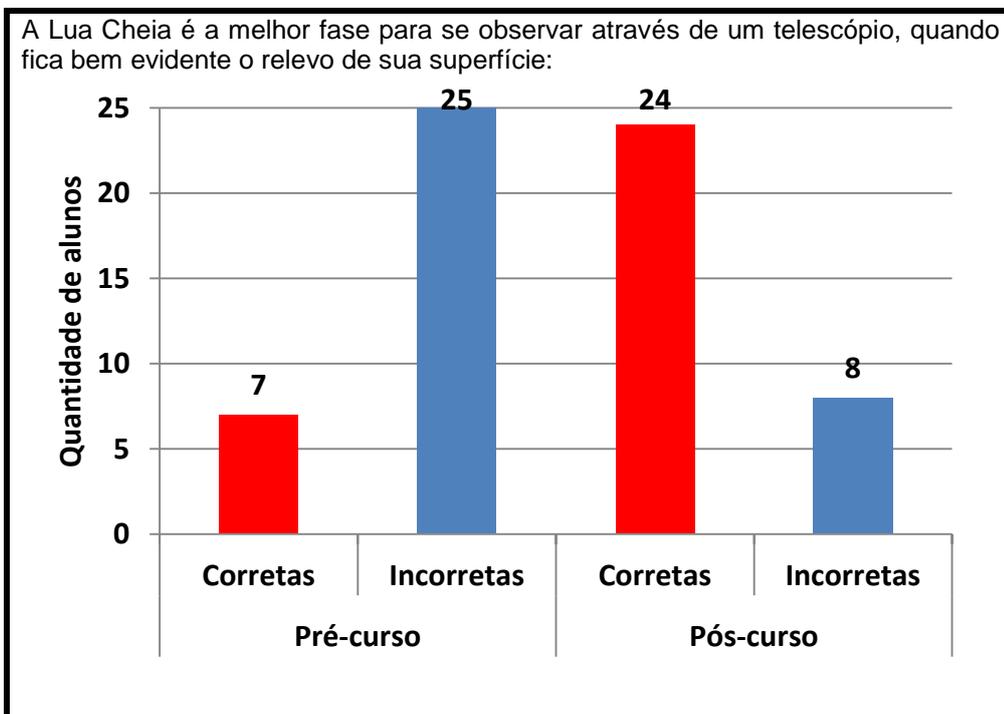


Figura 80 – Observação da Lua

Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados confirmam um erro comum em achar que a melhor fase para observação da Lua é a fase cheia, pois vinte e cinco alunos (78,1%) consideraram essa afirmativa verdadeira no pré-curso (Figura 80). No pós-curso, pode-se dizer que o nível de aprendizagem dos alunos foi considerável, uma vez que vinte e quatro alunos (75,0%) responderam corretamente a esta questão.

A décima primeira questão (Figura 81) abordou a noção de escalas de distância e de tamanho entre Terra, Lua e Sol.

Em um modelo, como o sugerido por Saraiva (2012) em que a Terra, cujo raio médio é de 6.370 km, é representada por um grão de coentro, com raio de 1,0 mm, a distância da Terra ao Sol é de 25,0 m, como se pode observar no Quadro 10. Nessa escala, cada milímetro corresponde a 6.000 km, que é aproximadamente o raio da Terra.

Aspecto a ser dimensionado	Dimensão real	Dimensão na escala de 1 mm = 6.000 km		
	km	m	mm	Representação
diâmetro do Sol	1.400.000		230,0	bola
diâmetro da Terra	12.740		2,0	grão de coentro
distância Terra ao Sol	150.000.000	25,0		
distância da Terra à Lua	384.000		64,0	
diâmetro da Lua	3.500		0,6	semente de papoula

Quadro 10 – Comparação entre os tamanhos e distâncias entre Sol, Terra e Lua

Fonte: Saraiva (2012), adaptado.

Percebe-se, assim, que é impossível desenhar em uma folha de papel tamanho A4, cujas dimensões são 210,0 mm por 297,0 mm, o Sol, a Terra e a Lua, usando uma escala conveniente, dado que a distância entre a Terra e o Sol, utilizando-se a escala mostrada no Quadro 10 é de 25,0 m. Portanto, a questão abordada na Figura 81 é verdadeira.

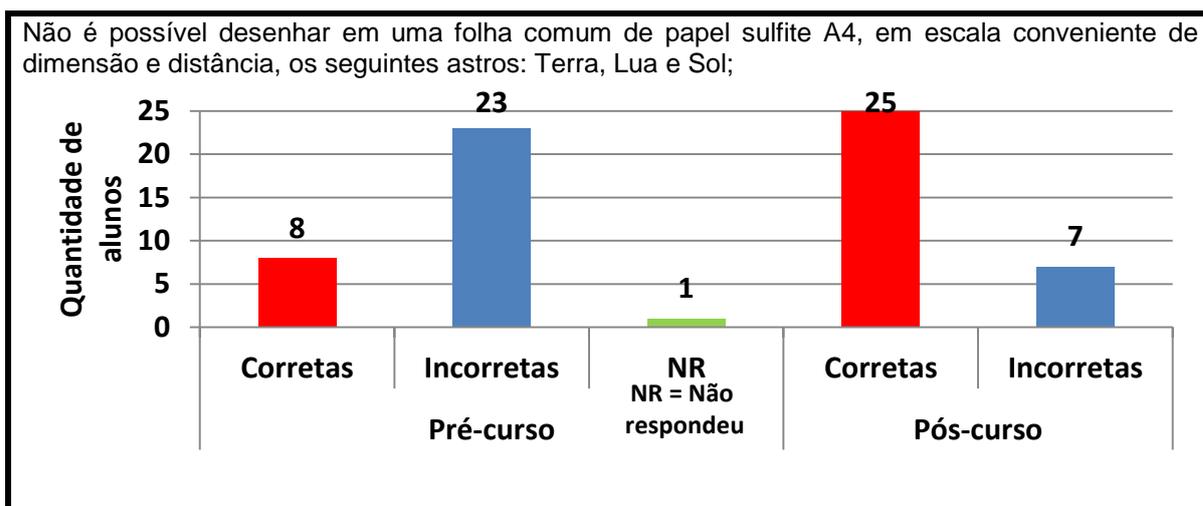


Figura 81 – Sol, Terra e Lua em escala

Fonte: Dados da pesquisa.

Pelos dados, é possível verificar que no pré-curso (Figura 81), vinte e três alunos (71,9%) tinham uma concepção errônea do tema, pois consideraram a

afirmativa falsa. No pós-curso, o resultado foi positivo, uma vez que vinte e cinco alunos (78,1%) conseguiram compreender o conteúdo.

Canalle (2009) propõe uma atividade que foi realizada em um dos encontros presenciais, cujo objetivo é levar o aprendiz a ter uma visão concreta do tamanho dos planetas e do Sol. Pelos resultados, há evidências de que a atividade foi proveitosa e proporcionou resultados satisfatórios, podendo-se dizer que há indícios de que ocorreu uma aprendizagem significativa. (MOREIRA, 2006).

A décima segunda questão trata da observação dos eclipses lunares. Considerar que é necessário proteger a visão dos eclipses lunares é um erro. Langhi (2009), bem como Voelzke e Gonzaga (2013), afirmam que esse assunto faz parte de uma lista de concepções alternativas que persistem e estão presentes em alunos e professores, como se verificou nesta pesquisa. Portanto, a questão abordada na Figura 82 é falsa.

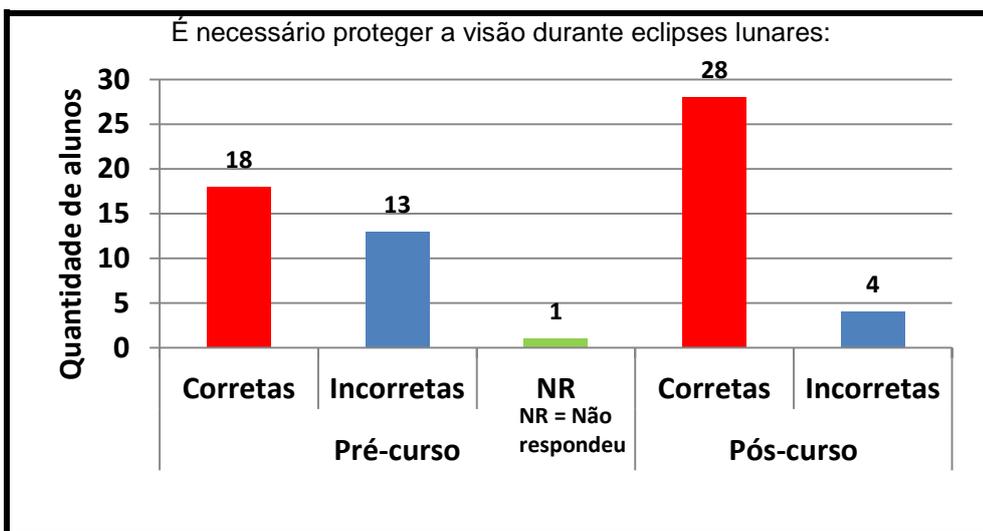


Figura 82 – Proteção da visão em eclipses lunares

Fonte: Dados da pesquisa.

Apesar de o resultado no pré-curso já ser bastante razoável, uma vez que dezoito alunos (56,3%) tinham consciência da resposta verdadeira a essa questão (Figura 82), os dados mostram que as concepções espontâneas ainda estavam presentes em treze alunos (40,6%). No pós-curso é possível verificar uma melhora considerável no nível de resposta, pois o índice de acerto foi de 87,5% (vinte e oito alunos), o que pode ser considerado um resultado satisfatório.

A décima terceira questão aborda a possibilidade de a luz das estrelas, que estão localizadas além do Sistema Solar, chegar à Terra ou não. As estrelas possuem luz própria e são possíveis de serem observadas, mesmo estando relativamente longe, porque a luz proveniente delas chega à Terra. A estrela Sirius, por exemplo, é a estrela mais brilhante do céu noturno, e pode ser vista a olho nu, se o clima permitir, a partir de qualquer ponto na Terra, mesmo estando a 8,611 anos-luz da Terra. Logo, a alternativa da Figura 83 é falsa.

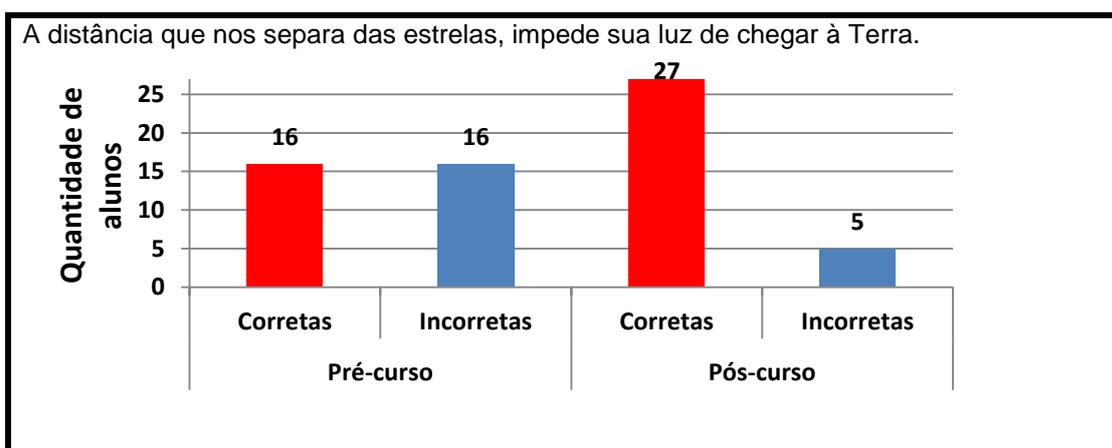


Figura 83 – Questão referente à luz das estrelas

Fonte: Dados da pesquisa.

O pré-curso (Figura 83) apresentou um índice relativamente alto de erros, uma vez que 50,0% consideraram essa assertiva verdadeira. No pós-curso, pode-se dizer que houve uma melhora considerável na aprendizagem, tendo em vista que o nível de acerto subiu para 84,4% (vinte e sete alunos), indicando indícios da ocorrência de uma aprendizagem significativa, como salienta Moreira (2006).

A décima quarta questão, mostrada na Figura 84, está relacionada ao movimento aparente dos astros.

Analisando a resposta dos alunos sobre o movimento aparente dos astros celestes no pré-curso, conforme se pode ver na Figura 84, percebe-se que a maioria respondeu incorretamente. Apenas dez alunos (31,3%) responderam corretamente a esta questão, que é a alternativa (B); significando que a grande maioria, representada por 68,7% não deu uma resposta satisfatória. Essa situação faz acreditar que estes alunos não tiveram uma boa formação em relação aos assuntos de Astronomia no Ensino Médio, ou mesmo na graduação, uma vez que os PPC das licenciaturas do IFNMG raramente contemplam conteúdos de Astronomia. Já no

questionário aplicado após o curso, a maioria apresentou uma resposta satisfatória, correspondendo a vinte e um alunos (65,6%). Percebe-se que existem indícios de que ocorreu uma aprendizagem significativa.

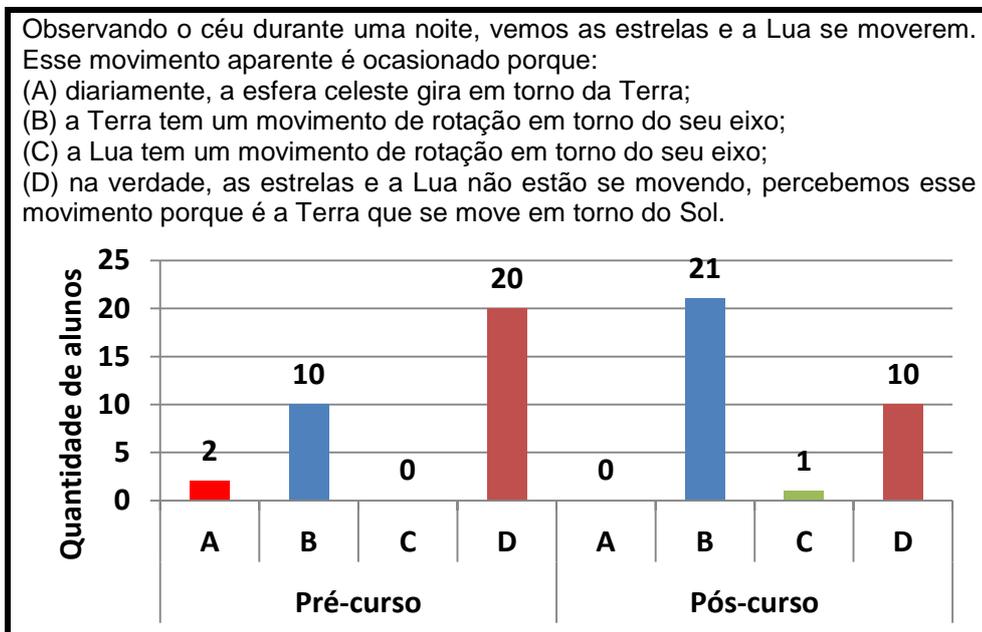


Figura 84 – Questão sobre o movimento aparente dos astros celestes

Fonte: Dados da pesquisa.

A décima quinta questão está relacionada à órbita da Terra, cujo resultado é mostrado na Figura 85. De acordo com Boczko (1984), Kepler verificou no século XVII que a órbita da Terra ao redor do Sol era aproximadamente circular, mas o Sol não estava no centro da circunferência. “Sabemos atualmente que a órbita da Terra é elíptica e não circular, mas a excentricidade é tão pequena que se torna difícil optar entre circunferência e elipse.” (BOCZKO, 1984, p. 289). Neste sentido foram consideradas como respostas corretas a esta questão as alternativas “A” ou “B”, evitando assim dupla interpretação na resolução da questão.

Observa-se na Figura 85 que doze alunos (37,5%) afirmaram que a órbita da Terra é mais bem representada pela elipse “D”. Apenas nove alunos (28,1%) deram uma das respostas consideradas corretas: elipse “A” ou “B”. Isso mostra claramente desconhecimento da excentricidade da órbita da Terra, que sendo igual a 0,0167 é praticamente nula, portanto mais próxima de uma circunferência, como afirma Mourão (2002). No pós-curso, verificou-se um índice satisfatório, uma vez que vinte e sete alunos (84,4%) responderam corretamente a questão.

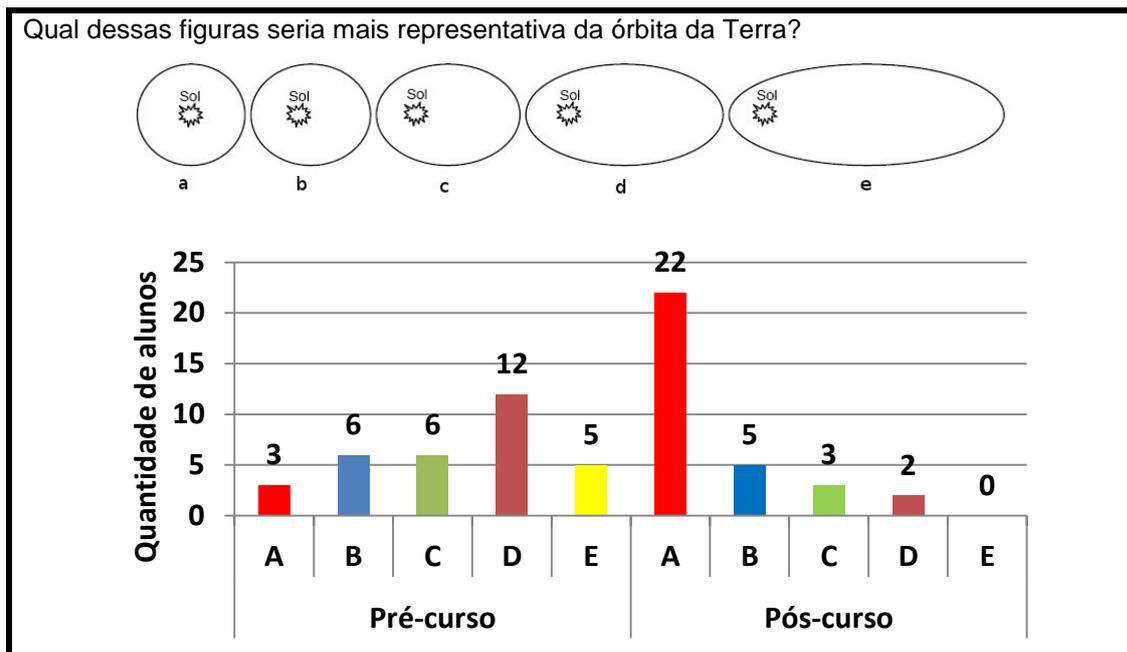


Figura 85 – Resposta dos alunos em relação à órbita da Terra

Fonte: Dados da pesquisa.

A décima sexta questão cita: “*O desconhecimento da verdadeira natureza dos astros deve ter produzido no homem primitivo um sentimento misto de curiosidade, admiração e temor, levando-o a acreditar na natureza divina dos corpos celestes*”. Para muitos povos do passado, os astros eram tidos como deuses que poderiam influenciar a vida sobre a Terra. Dê exemplos de povos do passado e suas contribuições para a Astronomia.

Vários povos deram importantes contribuições para o desenvolvimento da Astronomia. Entre eles, pode-se citar de acordo com Mourão (2002): os mesopotâmicos, que deram as primeiras contribuições da aplicação de métodos matemáticos para exprimir as variações observadas na Lua; os chineses, que já sabiam fazer previsões dos eclipses desde o século IX a.C.; os egípcios, que observavam o Sol para fazer previsões para o plantio, colheita e período de chuvas, podendo assim prevenir-se das enchentes do Rio Nilo no antigo Egito; os gregos que desenvolveram o método científico desde o século III a.C., entre outros povos.

Nesse sentido, foi possível verificar um conhecimento razoável no nível de respostas dos alunos, indicando que os mesmos possuem uma noção da história e do desenvolvimento da Astronomia. Os povos mais citados pelos alunos foram: astecas, babilônios, chineses, egípcios, fenícios, gregos, incas, maias, persas, romanos e *vikings*.

A resposta do aluno A05 ilustra o nível de conhecimento dos alunos:

Aluno A05 - O desenvolvimento da Astronomia ocorre quando os povos começam a observar o céu com o objetivo de conhecer as melhores épocas para o plantio. Tudo isso inicia quando os nômades passam a fixar em um só lugar. A partir daí a Astronomia foi desenvolvendo. Em relação aos povos, podemos citar os gregos, os chineses, dentre outros.

5.7 Conhecimentos subsequentes dos alunos em relação à astronomia

As questões seguintes constam apenas do questionário pós-curso (questões dezoito a vinte e cinco do Apêndice B), sendo que foram desconsideradas da análise dos dados as questões subjetivas (21, 22 e 25). As justificativas para a exclusão das questões foram dadas na seção 2.2.3, do capítulo 2, bem como no Apêndice B. Tiveram o objetivo de averiguar a aprendizagem de temas específicos, tais como Sistema Solar, Sol, Via Láctea, evolução de uma estrela, estudo do Universo, entre outros assuntos tratados no Curso de Extensão em Astronomia e que não foram abordados no questionário inicial.

Para as questões dezoito a vinte e cinco do questionário final foi dada a seguinte instrução: *Leia atentamente: O Sistema Solar (SS) é composto de uma estrela, oito planetas, cinco planetas anões (número que deve crescer), centenas de satélites, dezenas de milhares de asteroides e centenas de milhões de cometas, além de rocha e poeira interplanetária. Toda essa matéria mantém-se unida pela força gravitacional do Sol, o maior componente desse sistema.* Em seguida, solicitou-se aos alunos que respondessem às questões.

Os cometas só são observados quando se aproximam do Sistema Solar interno, ou seja próximos à Terra, tornando-se potencialmente mais visíveis que os asteroides, que normalmente se situam e permanecem no cinturão de asteroides, o qual se encontra entre as órbitas de Marte e Júpiter. Os asteroides, mesmo se aproximando do Sol, permanecem inativos enquanto que os cometas desenvolvem coma e cauda tornando-se mais visíveis. Os asteroides estão no cinturão de asteroides, no plano da eclíptica, enquanto que os cometas estão no cinturão de Kuiper, no plano da eclíptica, e na Nuvem de Oort, esfera englobando todo o sistema solar.

A primeira questão analisada está relacionada ao Sistema Solar que Mourão (1987, p. 741) define como: “Conjunto formado pelo Sol e seus planetas, satélites, asteroides, cometas e poeira cósmica”. Nesse caso, a resposta da questão que consta na Figura 86 é a alternativa B.

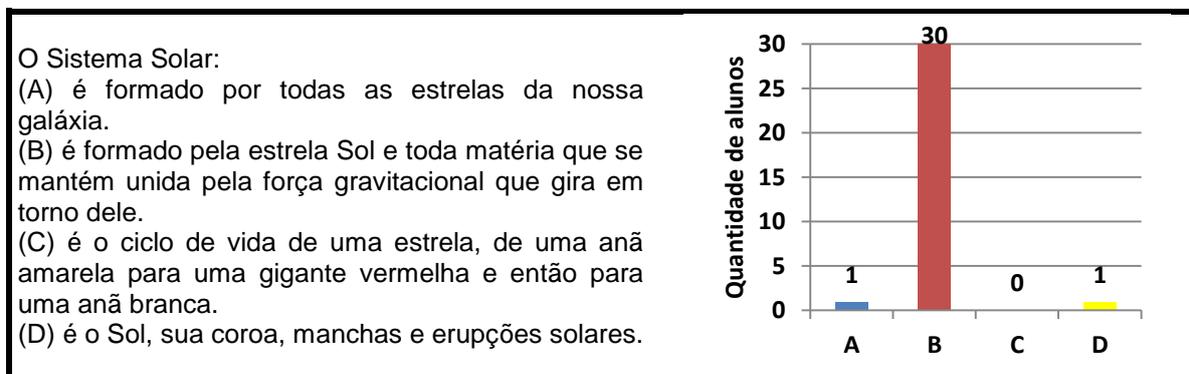


Figura 86 – Resposta dos alunos em relação ao Sistema Solar

Fonte: Dados da pesquisa.

Percebe-se que o conceito relativo ao Sistema Solar foi assimilado pela maioria, pois trinta alunos (93,8%) responderam corretamente à questão, mas dois alunos (6,2%) não conseguiram se apropriar do conteúdo, mesmo sendo considerado de fácil compreensão.

A segunda questão foi: ‘Sobre o Sol é correto afirmar que: (A) é uma galáxia; (B) é um planeta; (C) é um satélite natural da Terra; (D) é uma estrela.’. Percebeu-se que 100,0% dos alunos deram a resposta correta, que para Mourão (2002, p. 499) é: “O Sol é uma estrela, em torno da qual a Terra e os outros planetas giram”.

A terceira questão mostrada na Figura 87 trata do Sistema Solar.

Nesta questão:

- A alternativa (A) é **verdadeira**, pois de acordo com Mourão (2002) a Lua:

É o único satélite da Terra. [...] A Lua não tem luz própria, mas reflete a do Sol, de formas diferentes, de acordo com a posição que se encontra. Tais variações são denominadas fases que podem ser: *Lua cheia*, quando o reflexo da luz solar é feito por toda a superfície visível da Lua; *Lua nova*, quando o Sol ilumina a face oculta da Lua, que não pode assim refletir sua luz sobre a Terra; *quarto crescente e quarto minguante*, quando apenas uma metade da superfície visível é iluminada. (MOURÃO, 2002, p. 484)

A respeito do Sistema Solar e seus componentes, todas as afirmativas abaixo são verdadeiras, exceto:

(A) A Lua é um satélite natural da Terra que possui fases. As fases da Lua são os aspectos básicos que ela apresenta conforme é iluminada pelo Sol.

(B) A Terra é um astro iluminado por uma estrela, em torno da qual desenvolve um movimento de translação.

(C) Todos os planetas do Sistema Solar descrevem órbitas circulares e concêntricas em torno do Sol.

(D) Plutão é um dos planetas anões do Sistema Solar.

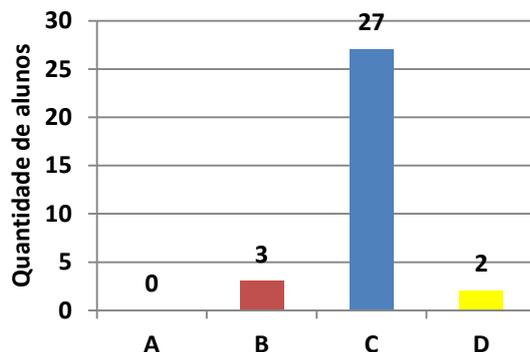


Figura 87 – Resposta dos alunos em relação aos componentes do Sistema Solar

Fonte: Dados da pesquisa.

- A alternativa (B) é **verdadeira**, pois de acordo com Mourão (1997, p. 75): “Movimento de translação. As constelações que se observam no céu variam segundo as estações. [...] Tal mudança decorre da viagem que a Terra faz em torno do Sol em um ano”.
- A alternativa (C) é **falsa**, pois de acordo com a primeira lei de Kepler: “Os planetas descrevem elipses nas quais o Sol ocupa um dos focos.” (MOURÃO 1997, p. 43).
- A alternativa (D) é **verdadeira**, pois de acordo com Voelzke e Araújo (2010):

Em agosto de 2006 durante a XXVI Assembleia Geral da União Astronômica Internacional (UAI), realizada em Praga, na República Checa, foram estabelecidos novos parâmetros para definir um planeta. Segundo esta nova definição Plutão não mais seria o nono planeta do Sistema Solar e sim passaria a ser um “planeta anão”. (VOELZKE; ARAÚJO, 2010, p. 66)

Percebe-se pelos dados que vinte e sete alunos (84,4%) responderam corretamente a questão, mostrando que as discussões realizadas no curso foram proveitosas e eficientes.

A quarta questão (Figura 88) trata da estrutura solar.

O Sol é dividido em basicamente duas regiões: o interior e a atmosfera. O conhecimento que se tem do interior solar é devido a modelos de estrutura estelar e de medidas de heliossismologia. Já a atmosfera pode ser analisada diretamente através das observações nos vários comprimentos de onda. Sobre a estrutura do Sol, todas as alternativas abaixo são verdadeiras, **exceto**:

(A) a atmosfera solar é composta por fotosfera, cromosfera, região de transição e coroa.

(B) o interior do Sol é composto por camada convectiva, camada radiativa e núcleo.

(C) o núcleo é o local onde acontecem as reações termonucleares, fonte de energia do Sol.

(D) a principal fonte de energia do Sol provém da “queima” do carbono.

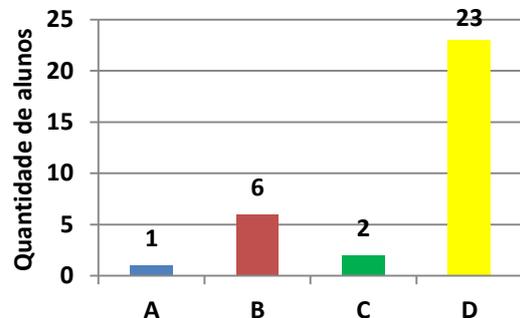


Figura 88 – Resposta dos alunos em relação ao Sol

Fonte: Dados da pesquisa.

- As alternativas (A) e (B) são **verdadeiras** de acordo com Gregorio-Hetem e Jatenco-Pereira (2010), como mostra a Figura 89.

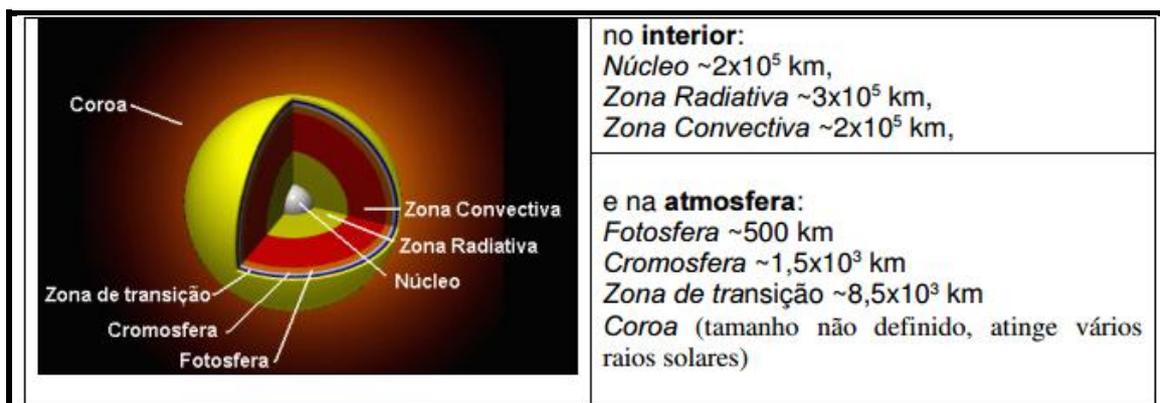


Figura 89 – Estrutura do Sol, esquematizada fora de escala

Fonte: Gregorio-Hetem e Jatenco-Pereira (2010)

- A alternativa (C) é **verdadeira**, pois de acordo com Oliveira Filho e Saraiva (2014), o Sol é a estrela que mais se conhece, no seu núcleo ocorre a geração de energia através de reações termonucleares.
- Alternativa (D) é **falsa**, pois:

Os gases no interior solar (principalmente hidrogênio e hélio) encontram-se quase que completamente ionizados, pois estão submetidos a temperatura, pressão e densidade muito elevadas, as quais aumentam tanto quanto maior for a profundidade dentro do Sol. Assim, na região mais central as condições físicas propiciam as reações termonucleares de transformação do hidrogênio em hélio, liberando então grandes quantidades de energia na forma de fótons e movimentos térmicos. (GREGORIO-HETEM; JATENCO-PEREIRA, 2010, p. 83).

Pelos dados, percebe-se que vinte e três alunos (71,8%) responderam corretamente a questão, que é a alternativa (D), mostrando, assim, terem aprendido os conceitos relativos à estrutura do Sol durante o curso.

A quinta questão (Figura 90) trata sobre os planetas e planetas anões conhecidos do Sistema Planetário do Sol. De acordo com Mourão (2002):

- Mercúrio, Vênus, Terra e Marte são planetas denominados planetas rochosos ou interiores ou telúricos;
- Júpiter, Saturno, Urano e Netuno são planetas gasosos ou exteriores ou jovianos;
- Júpiter é o maior planeta conhecido do Sistema Solar;
- Mercúrio é o planeta que se encontra mais próximo do Sol;
- Netuno é o planeta que se encontra mais afastado do Sol.

De acordo com Voelzke e Araújo (2010), em 24 de agosto de 2006, Plutão passou a ser reclassificado pela UAI como planeta anão.

Assim, a resposta correta para a questão representada na Figura 90 é (B): 3, 4, 6, 1, 2, 5.

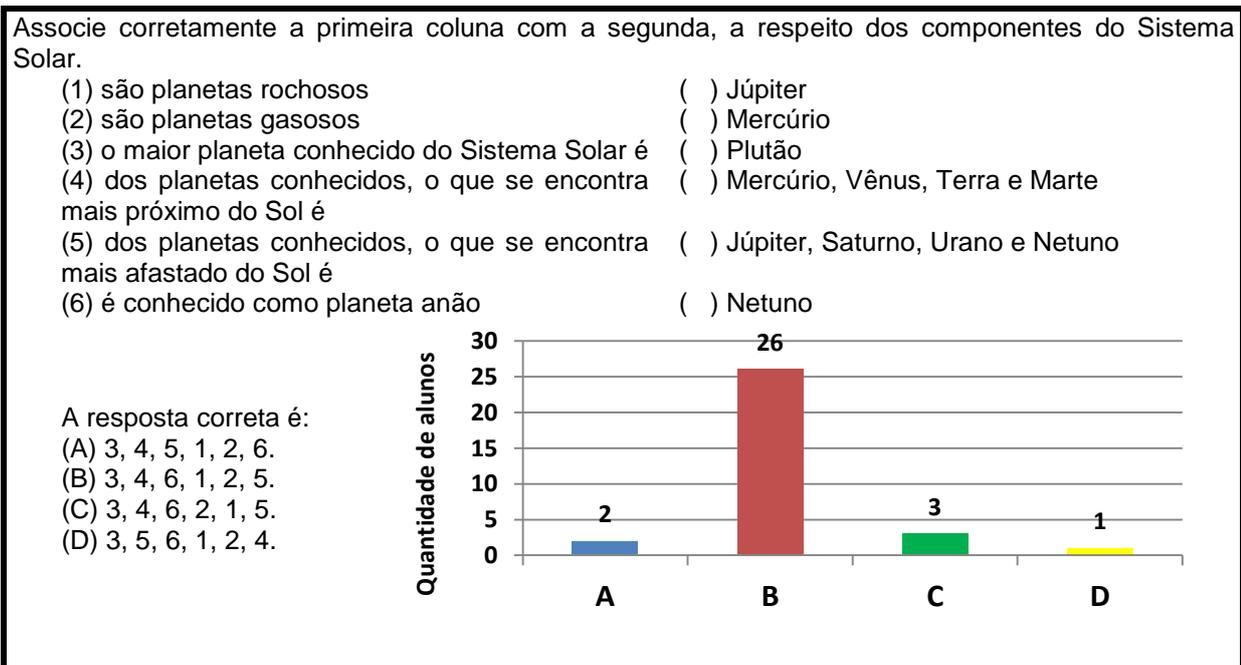


Figura 90 – Questão relacionada aos componentes do Sistema Planetário do Sol

Fonte: Dados da pesquisa.

É possível verificar pelos dados que vinte e seis alunos (81,3%) souberam identificar e conceituar corretamente os planetas e planetas anões conhecidos do Sistema Planetário do Sol, mas restaram ainda seis alunos (18,7%) que não conseguiram aprender os conceitos relacionados a esse sistema.

O Apêndice I apresenta um resumo com as notas dos alunos do Curso de Extensão em Astronomia, no qual foram distribuídos 100,0 pontos, sendo 50,0 pontos nas atividades realizadas no AVA: questionários, exercícios e participação nos fóruns, e 50,0 pontos distribuídos em duas provas presenciais, sendo que a primeira prova está no Apêndice G. Já a segunda prova foi aplicada juntamente com o questionário final e fez parte deste, correspondendo às questões de números onze a vinte e cinco (Apêndice B). As atividades avaliativas eram discutidas nos fóruns do Moodle (MOODLE, 2014), antes de serem enviadas. Já as provas foram realizadas individualmente.

De acordo com as regras regimentais do IFNMG, para efeito de expedição de certificado, exige-se para aprovação em cursos de extensão a nota mínima de 60,0, considerando os pontos distribuídos, e 75,0% de frequência. A Figura 91 mostra o histograma das notas dos alunos, cujo resultado encontra-se no Apêndice I. Percebe-se que o resultado foi satisfatório, uma vez que a nota de todos os alunos foi maior que o mínimo permitido.

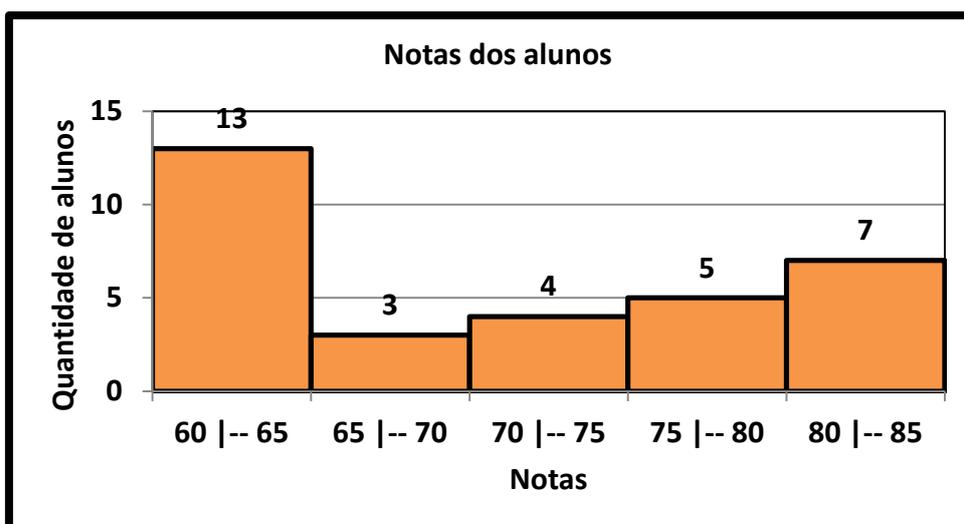


Figura 91 – Distribuição de frequência das notas dos alunos do Curso de Extensão em Astronomia

Fonte: Dados da pesquisa.

A frequência foi aferida através da presença nos encontros presenciais, bem como pela participação nas atividades semanais do AVA e computadas em relação à carga horária total do curso, que são 100 horas.

Ao se verificar a situação dos oito alunos que abandonaram o curso, sendo quatro na segunda semana, um na quarta e três na décima semana do curso, pode-se afirmar que não houve correlação com a aplicação das provas. Os motivos da desistência dos alunos foram tratados no Capítulo 2, na seção sobre os sujeitos da pesquisa, que são: quatro alunos desistiram do curso de graduação e, conseqüentemente, do curso de extensão; dois alunos desistiram do curso de extensão por causa do trabalho; um aluno mudou para curso de bacharelado e não se interessou mais pelo curso de extensão e outro aluno não conseguiu conciliar as atividades do curso de extensão com a iniciação científica, tendo em vista que a carga horária de ambos era incompatível.

Enfim, pode-se dizer que o Curso de Extensão em Astronomia cumpriu com a tarefa de oferecer formas alternativas que favoreçam a realização da aprendizagem significativa, pois, de acordo com Ausubel, o ensino deve produzir algum sentido no educando, interagindo com a estrutura cognitiva de maneira sólida e plena, como afirma Moreira (2006).

O próximo capítulo trata das considerações finais.

CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

É dever dos astrônomos sonhar com os progressos futuros da Astronomia, assim como com seus próprios trabalhos, e sua atividade deve se regular segundo a máxima de que uma observação bem feita mais cedo ou mais tarde encontra sua utilidade, e que uma observação não realizada deixa uma lacuna irremediável. André Danjon, *Notice sur les travaux scientifique*. (1948 apud MOURÃO, 1998, p. 9).

Este capítulo trata das considerações finais. Inicialmente procura-se responder à questão de pesquisa e aos objetivos da tese; posteriormente apresentam-se as principais contribuições deste trabalho para a área de Ensino de Ciências e Matemática, em seguida as principais recomendações e, finalizando, as reflexões finais.

6.1 Retomando a questão de pesquisa

Ao longo da presente tese delineou-se resultados de um estudo envolvendo formação de professores, utilização de tecnologias digitais e o Ensino de Astronomia. Procurou-se resposta à seguinte questão de pesquisa:

O uso de recursos tradicionais em articulação com as tecnologias digitais no Ensino de Astronomia pode contribuir para a construção da autonomia docente dos futuros professores de Ciências da Natureza e Matemática?

Para se obter respostas a esta questão, foi oferecido um curso de extensão, descrito no capítulo 4, na modalidade semipresencial, a trinta e dois acadêmicos das licenciaturas do IFNMG. Para a elaboração do curso, utilizou-se uma abordagem com o viés do pluralismo metodológico fundamentado em Laburu, Arruda e Nardi (2003), contemplando o uso de diversas ferramentas de ensino e aprendizagem em uma abordagem investigativa com ações pedagógicas e científicas, condizentes com os momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1994; 2003).

Essa estratégia didática pareceu ser bastante adequada, tendo em vista que durante o curso foram utilizados diversos materiais, tais como textos, vídeos, simulações, maquetes, discussões no AVA, entre outras estratégias didáticas,

buscando-se assim oferecer ferramentas capazes de tornar os acadêmicos das licenciaturas em Ciências da Natureza e Matemática do IFNMG autônomos em relação ao ensino e a aprendizagem de Astronomia. Dessa forma, buscou-se contribuir para a melhoria na qualidade das aulas a serem ministradas por esses professores em formação, realizando, assim, uma transposição didática eficaz.

Para a coleta e análise dos dados optou-se por uma metodologia de investigação de carácter misto, que foi descrita no capítulo 2, ou seja, com viés qualitativo e quantitativo proposto por Creswell (2007), por ser mais adequado para tratar das várias categorias de análise desta pesquisa. Adotou-se, ainda, a análise de conteúdo proposta por Bardin (2011), utilizando-se para a análise de dados a estatística descritiva e inferencial proposta por Martins (2011) e Triola (2013).

Os dados foram coletados através da aplicação de questionários, pré e pós-curso, observação da participação dos cursistas nas oficinas presenciais, bem como por meio do registro da participação e interação dos alunos nas atividades desenvolvidas no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA).

Para dar andamento à pesquisa, fez-se necessário realizar um estudo do estado da arte sobre os temas formação de professores, tecnologias digitais e Ensino de Astronomia, descrito no capítulo 3, que contribuiu para a análise dos dados descritos no capítulo 5.

A fim de buscar possíveis respostas à problemática central, alguns objetivos foram delineados como princípios condutores desta pesquisa, sendo o objetivo geral: *'Investigar as contribuições do uso dos recursos tradicionais, articulados com as tecnologias digitais, na construção da autonomia docente dos acadêmicos das licenciaturas em Ciências da Natureza e Matemática do IFNMG, em relação ao ensino de temas de Astronomia'*, e três questões orbitantes que serão tratadas a seguir.

Para responder à primeira questão orbitante, *'Os Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPC) das licenciaturas do IFNMG contemplam temas de Astronomia no currículo?'*, foi necessário analisar os PPC das licenciaturas do IFNMG, no qual se verificou que apenas o PPC do curso de licenciatura em Física (IFNMG, 2010c) possui alguns conteúdos relacionados a esta área do conhecimento, ainda assim

fragmentados em quatro disciplinas. O PPC de Matemática (IFNMG, 2010b) não contempla tópicos de Astronomia, o que não deixa de ser preocupante, pois os futuros professores dessa disciplina costumam lecionar Física no Ensino Médio. O mais grave é que o PPC de Ciências Biológicas (IFNMG, 2010a), que deveria preparar adequadamente os futuros professores para essa temática, uma vez que depois de formados irão lecionar Ciências no Ensino Fundamental e Biologia no Ensino Médio, também não contemplam conteúdos de Astronomia.

Assim, a primeira questão orbitante foi respondida e o primeiro objetivo específico desta tese foi alcançado.

Para análise da segunda questão orbitante, '*Qual o nível de conhecimento de Astronomia básica que possuem os acadêmicos das licenciaturas em Ciências da Natureza e Matemática do IFNMG?*', aplicou-se um questionário inicial, em que foi possível obter entre outros, os seguintes resultados:

- Seis alunos (18,7%) dizem não ter nenhum conhecimento sobre Astronomia;
- Vinte e dois alunos (68,7%) dizem ter um conhecimento regular;
- Dois alunos (6,3%) dizem ter um bom conhecimento sobre Astronomia, mesmo índice para os que afirmam ter um ótimo conhecimento sobre Astronomia;
- Seis alunos (18,7%) afirmaram que já participaram de alguma oficina de Astronomia e os demais nunca participaram;
- Todos os alunos souberam descrever resumidamente o que é Astronomia, no entanto não demonstraram conhecimento nas questões relativas à Astronomia no questionário inicial, como se pode observar na Figura 92, em que o índice de acerto no questionário pré-curso foi muito baixo, o que pode estar relacionado com a ausência de Astronomia na educação básica. Após o curso, percebeu-se uma melhora considerável no grau de respostas dos alunos.

A Figura 92 apresenta o resultado das questões que são comuns aos dois questionários: inicial (pré-curso) e final (pós-curso):

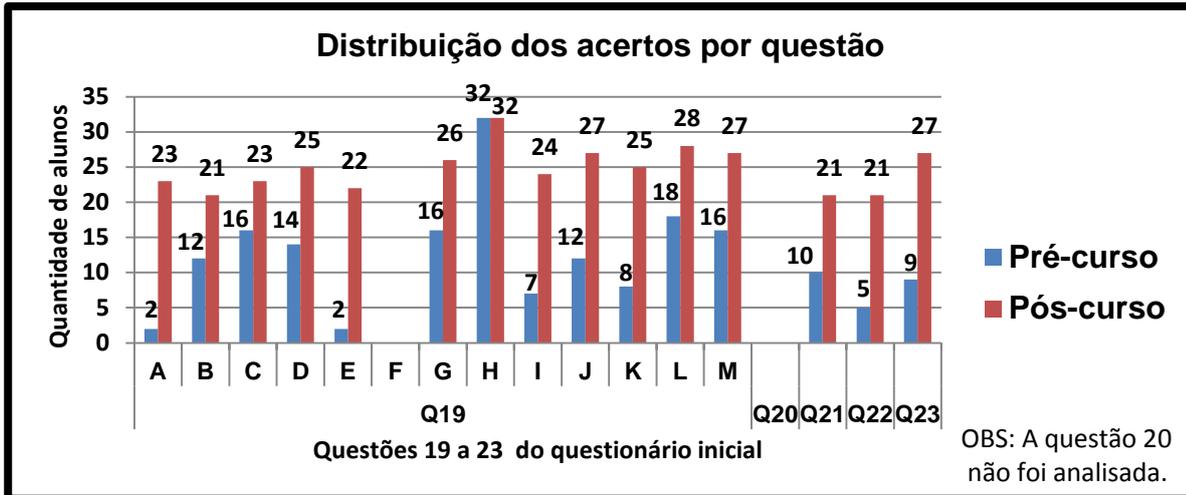


Figura 92 – Comparação dos acertos no questionário inicial e final⁵⁴

Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 93 mostra o número de acertos em cinco questões que constavam somente no questionário final, e é possível verificar um grau de acerto bastante expressivo.

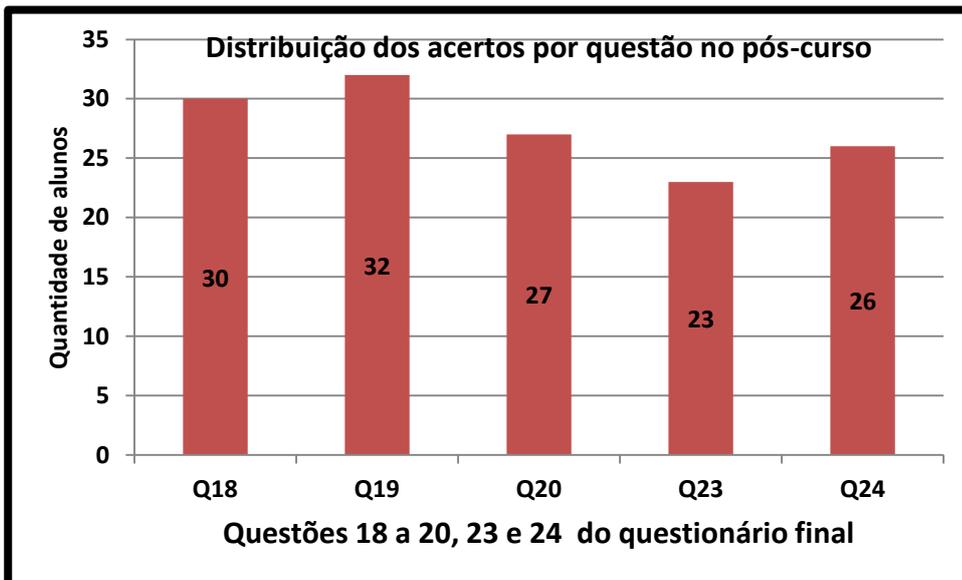


Figura 93 – Nível de respostas corretas no questionário final

Fonte: Dados da pesquisa.

Assim, a segunda questão orbitante foi respondida e o segundo objetivo específico desta tese alcançado. A situação apresentada leva a crer que os alunos das licenciaturas envolvidos nesta pesquisa estão sendo mal preparados para lecionar conteúdos de Astronomia na educação básica.

⁵⁴ O questionário inicial encontra-se no Apêndice A e o questionário final no Apêndice B. As questões 19 a 23 do questionário inicial correspondem às questões 11 a 15 do questionário final.

Para suprir essa deficiência, o Curso de Extensão em Astronomia trabalhou os temas necessários e previstos na proposta curricular do Estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2007a, 2007b) e nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998b, 1998c, 1999, 2006a, 2006b), dando importante contribuição para o Ensino de Astronomia da região. Tendo em vista que depois de formados os alunos do curso irão atuar principalmente nas escolas públicas da região, contribui-se também para a melhoria do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) e para a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) de seus alunos.

Para responder a última questão orbitante, *‘Os acadêmicos das licenciaturas em Ciências da Natureza e Matemática do IFNMG estão sendo devidamente preparados para o uso das tecnologias digitais no ensino?’*, foi necessário analisar os PPC das licenciaturas do IFNMG, e aplicar um questionário abordando questões relativas ao tema.

Foi possível verificar que os PPC (IFNMG, 2010a; 2010b; 2010c) de todos os cursos de licenciatura do IFNMG contemplam a disciplina ‘Introdução à Informática’, preparando os alunos para lidar com documentos de texto, apresentações de *slides*, elaboração de planilhas e editor de equações matemáticas, sendo essa a única disciplina relacionada às tecnologias digitais presente no PPC do curso de licenciatura em Física (IFNMG, 2010c).

O PPC da licenciatura em Ciências Biológicas (IFNMG, 2010a), bem como o PPC da licenciatura em Matemática (IFNMG, 2010b), possui em seu currículo uma disciplina no sexto período, além da disciplina ‘Introdução à Informática’, sendo esta temática bem recomendada nos referidos PPC, inclusive sugerindo às demais disciplinas o uso das diversas tecnologias como uma forma de melhorar o processo de ensino e aprendizagem.

No questionário aplicado aos alunos, foi possível perceber que os mesmos consideram importante e viável a utilização desses recursos no processo de ensino e aprendizagem, o que pode ser observado tanto pelas respostas nas questões objetivas, quanto em suas narrativas descritas no capítulo anterior.

No entanto, quando foram questionados se conhecem algum *software* que pode ser utilizado no Ensino de Ciências ou Matemática, apenas onze alunos

(34,4%) deram resposta positiva à questão; e a maioria, representada por vinte e um alunos (65,6%), desconhecia aplicativos computacionais que podiam ser utilizados no Ensino de Ciências ou Matemática. Foram citados oito *softwares* relacionados à Matemática e dois *sites*, sendo um relacionado à Biologia e outro à Astronomia.

Em resposta à questão formulada inicialmente, pode-se dizer que os PPC das licenciaturas do IFNMG recomendam que os futuros professores sejam preparados para o uso das tecnologias no ensino, o que é considerado útil e importante pelos alunos. No entanto, ações devem ser tomadas para que esse fato venha a acontecer e tornar-se realidade. Ressalta-se aqui que os alunos do curso de Ciências Biológicas pesquisados estavam cursando o terceiro período (cinco alunos) e quarto período (nove alunos) e a disciplina 'Instrumentação para o Ensino de Biologia' é ministrada no sexto período do curso. Verificou-se ainda que a Matemática é a área no qual os professores mais utilizam estes recursos, principalmente no estudo de funções de uma e várias variáveis, auxiliando no esboço e visualização gráfica. Contribui ainda no estudo da Geometria, Álgebra Linear e no Cálculo Diferencia e Integral.

Nesse sentido, pode-se considerar que a terceira e última questão orbitante foi respondida, tendo sido alcançado o terceiro objetivo específico da tese.

Em resposta à questão central, pode-se dizer que a boa qualidade das respostas dos alunos no questionário final, a participação nas oficinas realizadas nos encontros presenciais, bem como as participações nos fóruns de discussões do AVA confirmam que o uso de recursos tradicionais em articulação com as tecnologias digitais no Ensino de Astronomia pode proporcionar aos alunos uma aprendizagem mais adequada sobre os conceitos relativos a essa área do conhecimento. Além disso, pode promover a interatividade, interação e o engajamento dos alunos em seu próprio aprendizado, transformando a sala de aula em um ambiente propício a uma aprendizagem significativa e fornecendo subsídios e condições para a construção da autonomia docente dos acadêmicos das licenciaturas do IFNMG. Assim, pode-se considerar que o objetivo da tese foi alcançado.

6.2 Principais contribuições à área de ensino de ciências e matemática

Faz-se necessário encontrar novas formas de ensinar e aprender, principalmente durante o processo de formação dos futuros docentes, que carecem de uma formação adequada, tanto em relação ao conhecimento científico, quanto às estratégias utilizadas para se realizar a transposição didática. Ou seja, é importante encontrar formas adequadas de se ensinar para os alunos o conhecimento científico sem perder a essência da Ciência. Nesse sentido, deve-se pensar em estratégias de formação inicial do professor nos cursos de licenciaturas, não somente em termos de conteúdos específicos, que são importantíssimos para uma boa atuação, mas, sobretudo, de aspectos voltados à educação, ciência e tecnologia, tão importantes no mundo atual.

Esse cenário e, ainda, considerando a relevância do tema para a educação científica da população, bem como o fato de que são contemplados ainda de forma bastante incipiente nos currículos de formação de professores de Ciências da Natureza e Matemática, motivou o desenvolvimento deste trabalho. A realização do Curso de Extensão em Astronomia, que possibilitou a interação com licenciandos dessas áreas durante sua formação inicial, foi desenvolvido em consonância com Carvalho e Gil-Pérez (2011), que defendem uma profunda reformulação da formação inicial e continuada de professores, que devem possuir, entre outras, as seguintes habilidades: conhecer a matéria a ser ensinada; adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem das Ciências; saber preparar atividades capazes de gerar uma aprendizagem efetiva; e saber dirigir o trabalho dos alunos.

Nesse contexto, pode-se dizer que a principal contribuição desta pesquisa foi aperfeiçoar a formação inicial docente no IFNMG, sobretudo em relação ao Ensino de Astronomia, buscando novas alternativas de promover o ensino dessa área do conhecimento, que refletirá na melhoria da educação, tendo em vista que os futuros professores depois de formados irão atuar nas escolas públicas da região.

A pesquisa desenvolvida nesta tese de doutorado tornou-se relevante e inovadora uma vez que procurou investigar a realidade de alunos de cursos de licenciatura em Ciências da Natureza e Matemática, e identificou índices baixos de conhecimento em relação a temas básicos de Astronomia. Tendo como objetivo

contribuir para a melhoria do conhecimento desses alunos e prepará-los para lidar com os temas relacionados ao Ensino de Astronomia na educação básica, foram realizadas intervenções utilizando metodologias diferenciadas. Através do desenvolvimento de novas estratégias e abordagens interdisciplinares, que utilizam as tecnologias digitais intercaladas com os materiais tradicionais, buscou-se, ainda, contribuir para a construção da autonomia docente desses professores em formação.

As estratégias utilizadas nesta pesquisa, embora tenha sido realizada com estudantes de ensino superior, podem ser replicadas na educação básica, devendo o professor mesclar as várias abordagens e estratégias, levando os alunos a aprender de diversas formas, tendo em vista que em uma sala de aula heterogênea há diversos tipos de alunos, sendo que cada um aprende em seu ritmo e de forma diferenciada, de modo que o pluralismo metodológico torna-se eficiente. Todavia, deve-se preparar bem os professores para o uso das tecnologias digitais presentes no dia a dia, e não se deve furtar do uso dessa ferramenta em busca de tornar a aprendizagem dos alunos significativa.

Para que esse fato ocorra, as instituições públicas e privadas devem investir na formação inicial e continuada de professores com o apoio de ações governamentais, tanto em busca de melhorar a situação do Ensino de Astronomia, bem como no uso dos diversos recursos, tanto os tradicionais, que não devem ser renegados, quanto as tecnologias digitais.

Este estudo demonstrou que a utilização dos recursos tradicionais, articulados com as tecnologias digitais na formação inicial dos professores de Ciências da Natureza e Matemática, cria impactos significativos quando se empregam essas ferramentas no Ensino de Astronomia. Quando o estudo das ciências se dá sem interação com os fenômenos naturais ou tecnológicos, Ovigli e Freitas (2009) afirmam que ocorre uma enorme lacuna na formação dos educandos.

O uso de recursos diferenciados, tais como textos, maquetes, observações, experimentações reais e virtuais, animações, simulações e videoaulas pode despertar o interesse dos alunos pelos conteúdos conceituais, diferente daquilo que ocorre quando o estudo se dá apenas usando os recursos convencionais, como

livros e apostilas. Daí a importância do uso de diversas ferramentas que contribuem para o processo de ensino e aprendizagem como o relatado nesta pesquisa.

Nesse sentido esta tese contribui com aqueles que buscam estratégias diferenciadas, apoiadas na articulação entre os aspectos teóricos, metodológicos e práticos; e com as instituições que desejam implantar cursos semipresenciais ou a distância, pois se verificou durante a pesquisa que as discussões realizadas no AVA são importantes. Todavia, há uma necessidade de que os cursos a distância promovam encontros presenciais, com realização de atividades práticas e manipulativas, suprindo, assim, as carências dos AVA. O uso das simulações também é importante, mas devem ser usadas com cuidado, pois se trata de uma representação simplificada da realidade, podendo apresentar erros conceituais, o que deve ser evitado, como afirmam Medeiros e Medeiros (2002). Sempre que possível, recomenda-se utilizar as simulações intercaladas com outras atividades práticas.

6.3 Principais recomendações

As sugestões aqui apresentadas devem ser tomadas como um caminho possível a ser traçado para a melhoria do Ensino de Astronomia, e não como uma solução única.

Cabe às Instituições de Ensino Superior promoverem cursos de formação inicial e continuada, articulando a utilização dos recursos tradicionais com o uso das tecnologias no Ensino de Astronomia, suprindo assim as carências formativas dos docentes. Ao governo cabe promover a valorização da carreira de magistério, dando condições de trabalho digno aos professores que já estão atuando e incentivando os estudantes do ensino médio a ingressarem nas licenciaturas.

É bom ressaltar aqui que muito tem sido feito por diversas instituições, no entanto, em um país de dimensão territorial como o Brasil, há uma enorme carência de recursos materiais e humanos e um espaço que necessita ser preenchido com ações governamentais, no tocante à formação inicial de professores, principalmente em relação à área de Ciências da Natureza e Matemática.

6.4 Reflexões finais

A iniciativa de oferecer um curso na área de Astronomia deve ser considerada importante, principalmente pelo fato de ser uma área pouco explorada tanto nos ensinos fundamental e médio quanto em cursos de graduação. Outro aspecto relevante é que foi voltado para a docência.

O processo de formação de um professor ocorre de forma contínua. Pode-se dizer que o momento de ingresso no curso superior é apenas o início de uma longa caminhada que, somada à sua experiência de vida e vivência pedagógica, formará as bases de sua formação docente, como salientam Libâneo (2011) e Tardif e Lessard (2012).

Neste sentido, o professor deverá saber elaborar e propor hipóteses, levando o aluno a construir o seu próprio conhecimento e, além de conhecer o conteúdo, estar atento às mudanças ocorridas na Ciência. Pode-se fazer uso do computador nas atividades de várias formas, tais como simulação de experiências e modelizações de fenômenos físicos, não se tratando, entretanto de substituir os experimentos reais, mas sim complementá-los, como afirmam Cavalcante, Bonizzia e Gomes (2009).

Apesar de estar presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998a, 1998b, 1999, 2006a), nas propostas dos vários estados brasileiros e nos livros didáticos, o Ensino de Astronomia na maioria das vezes é realizado como algo estanque dentro de algumas disciplinas, e pouca atenção é dedicada a esse assunto. Isso pode ser percebido pelo baixo interesse e pela falta de conhecimento dos alunos acerca dos temas de Astronomia que fazem parte do cotidiano (MACÊDO; VOELZKE, 2013), conforme foi observado nos dados da presente pesquisa.

Os resultados apontam a viabilidade de utilização de diversos recursos no processo de ensino e aprendizagem, sendo que o Ambiente Virtual de Aprendizagem *Moodle* foi considerado como sendo uma ferramenta que proporciona uma aprendizagem colaborativa, na medida em que permite aos participantes do curso interação e trocas de experiências, proporcionando um rendimento considerável no desempenho dos alunos.

Há de se ressaltar que em torno de doze participantes pediram mais encontros presenciais e atividades práticas, mostrando que o contato pessoal entre professor e aluno e entre os próprios alunos é importante e se faz necessário na educação à distância (EaD). Alguns cursos de EaD tentam suprir essa ‘ausência’ presencial do professor através das tutorias presenciais, mas mesmo com o desenvolvimento de tecnologias que buscam a ‘aproximação’ entre os envolvidos, as instituições de ensino devem levar em conta a necessidade de promoverem os encontros presenciais como forma de humanização da EaD.

Todos os aspectos avaliados foram considerados satisfatórios, exceto a carga horária do curso, pois a partir do questionário final e do depoimento de alguns alunos percebeu-se que o acréscimo de carga horária no tratamento de alguns temas seria desejável. Alguns alunos sugeriram que o curso deveria se estender um pouco mais, dando mais tempo para que outros assuntos fossem tratados, o que deve ser levado em consideração na elaboração de futuros cursos, semelhantes ao abordado nesta pesquisa.

Entre outros resultados, foi possível verificar que:

- Apenas o curso de licenciatura em Física do IFNMG contempla alguns conteúdos de Astronomia, mesmo assim de forma fragmentada em várias disciplinas;
- As tecnologias digitais estão presentes nos PPC das licenciaturas do IFNMG;
- A análise do questionário inicial mostrou que o grupo pesquisado possui pouco ou nenhum conhecimento de temas relacionados à Astronomia, o que pode ser explicado pela ausência dessa ciência na educação básica do Brasil;
- Percebeu-se ainda a viabilidade da utilização de recursos tradicionais em articulação com as tecnologias digitais no Ensino de Astronomia, sendo o pluralismo metodológico defendido por Laburu, Arruda e Nardi (2003) viável de se utilizar, podendo contribuir para o alargamento das opções metodológicas dos futuros docentes e suprir suas carências formativas, como ressalta Macêdo et al. (2014);
- Percebeu-se no decorrer do curso grande participação dos alunos, expondo suas dúvidas e ideias, com um diálogo participativo, proporcionando uma construção do conhecimento colaborativo.

A satisfação dos alunos, suas participações nas oficinas e nas discussões no AVA, manipulação de modelos reais e virtuais, bem como o nível de qualidade das respostas no questionário final levam a crer que existe uma predisposição e indícios da aprendizagem significativa. Portanto, existe uma grande probabilidade de que a aprendizagem ocorreu de forma significativa, pois:

- A análise do questionário final aponta para uma melhoria significativa nas respostas dos alunos;
- A manipulação de modelos, maquetes e dos programas computacionais, bem como dos demais recursos disponibilizados no curso, proporcionou aos alunos momentos para aprenderem significativamente;
- A média geral de satisfação dos alunos em relação aos recursos interativos utilizados no curso foi de 4,5, em uma escala de um a cinco. Já o conteúdo abordado, a carga horária, os materiais utilizados, a estrutura curricular, bem como as oficinas, também foram avaliados com média geral 4,5, o que demonstra uma alta satisfação dos alunos e indica a predisposição dos alunos a aprender significativamente.

De acordo com Moreira (2006), Ausubel defende que a aprendizagem deve ser significativa para que se favoreça a construção de novos conhecimentos. Nesse sentido, pode-se ressaltar então que há uma grande probabilidade de ter ocorrido uma aprendizagem significativa durante o curso oferecido aos alunos.

Finalmente, sugere-se que os futuros cursos realizados nos mesmos moldes do abordado nesta tese tenham uma carga horária ampliada, abordando assuntos relacionados com a origem do Universo, *Big Bang*, Cosmologia e Astrobiologia, discutindo as possibilidades de vida inteligente em outros planetas.

REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, Evonir; VOELZKE, Marcos Rincon. Teaching of astronomy and scientific literacy: enseñanza de la astronomía y la alfabetización científica. **Journal of Science Education**, v. 11, p. 36-38, 2010.
- ANDRADE, Mariel; SILVA, Janaina; ARAÚJO, Alberto. A utilização do software stellarium para o ensino de astronomia. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 9., 2009, Recife (Pe), **Atas...** Recife: UFRPE, 2009. p. 1-3.
- APOLO11.COM. **Cientistas registram gigantesca pluma de gás em estrela de Orion**. 29 jul. 2009. Disponível em: <http://www.apolo11.com/spacenews.php?posic=dat_20090730-094737.inc>. Acesso em: 02 set. 2014.
- ARAÚJO JR, Carlos Fernando de; MARQUESI, Sueli Cristina. Atividades em ambientes virtuais de aprendizagem: parâmetros de qualidade. In: LITTO, Fredric Michael; FORMIGA, Manoel Marcos Maciel. (Org.). **Educação a distância: o estado da arte**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009. cap. 50, p. 358-368.
- AROCA, Silvia Calbo. **Ensino de física solar em um espaço não formal de educação**. 2009. 173 f. Tese (Doutorado em Ciências)-Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2009.
- AROCA, Silvia Calbo; SILVA, Cibelle Celestino. Ensino de astronomia em um espaço não formal: observação do Sol e de manchas solares. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 33, n. 1, 1402, mar. 2011.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Educational psychology**. 2. ed. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1978. 733 p.
- AYIOMAMITIS, Anthony. **Analemma with the Temple of Olympean Zeus (132 AD)**. 2014. Disponível em: <<http://www.perseus.gr/Astro-Solar-Analemma-100000.htm>>. Acesso em: 02 set. 2014.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70 Ltda/Almedina Brasil, 2011. 279p.
- BARROSO, Marta Feijó; FELIPE, Geraldo; SILVA, Tatiana da. Aplicativos computacionais e ensino de física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 10., 2006, Londrina (PR). **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2006. p. 1-7.
- BECKER, Willyan Ronaldo; STRIEDER, Dulce Maria. O uso de simuladores no ensino de astronomia. In: ENCONTRO NACIONAL DE INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO, 2., 2011, Cascavel (PR). **Anais...** Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) e Universidade Federal Fluminense (UFF), 2011. p. 398-407.

BEHRENS, Marilda Aparecida. Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente. In: MORAN, José Manoel; MASETTO, Marcos Tarciso; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 19. ed. Campinas (SP): Papirus, 2011. p. 67-132.

BELLO, José Luiz de Paiva. Educação no Brasil: a história das rupturas. **Pedagogia em foco**. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <<http://www.Pedagogiaemfoco.pro.br/heb14.htm>>. Acesso em: 02 set. 2014.

BELLONI, Maria Luiza. **O que é mídia-educação**. 3. ed. Campinas (SP): Autores Associados, 2009. 102. p

BERNARDES, Adriana Oliveira. Observação do céu aliada à utilização do software stellarium no ensino de astronomia em turmas de educação de jovens e adultos (EJA). **Revista Latino Americana de Educação Em Astronomia - RELEA**, n. 10, p. 7-22, 2010.

BOCZKO, Roberto. **Conceitos de astronomia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1984.

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

_____; LEISTER, Nelson Vani. As fases da lua e o mês. In: FRIAÇA, Amâncio Cesar Santos. (Org.). **Astronomia: uma visão geral do universo**. São Paulo: EDUSP, 2003.

BORBA, Marcelo; PENTEADO, Miriam. **Informática e educação matemática**. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2010.

BRASIL. **Lei n. 4.024 de 20/12/1961**. Fixa as diretrizes e bases da educação nacional. São Paulo: FFCL, 1963.

_____. **Lei n. 5.692, de 11 de agosto de 1971**. Fixa diretrizes e bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. Diário Oficial da União, edição de 12/08/1971, Brasília, 1971.

_____. **Lei n. 7.044, de 18 de outubro 1982**. Altera dispositivos da Lei n. 5.692, de 11 de agosto de 1971, referentes à profissionalização do ensino de 2º grau. Diário Oficial da União, edição de 18/10/1982, Brasília, 1982.

_____. **Lei nº 9394, de 20 dez. 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial, Brasília, 23 dez. 1996.

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Parecer CEB nº 15/98**. Diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio. Brasília: ME, 1998a.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais (5ª a 8ª séries)**. Brasília: ME, 1998b.138 p.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental (5ª a 8ª séries): introdução aos parâmetros curriculares nacionais.** Brasília: ME, 1998c. 174 p.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio - PCN.** Brasília: ME, 1999.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares Nacionais – PCN+.** Brasília: ME, 2006a.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Linguagens, códigos e suas tecnologias: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCN+.** Brasília: ME, 2006b.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. Comissão Especial de Astronomia. **Plano nacional de astronomia.** Brasília: 2010.

BRETONES, Paulo Sergio. **Disciplinas introdutórias de astronomia nos cursos superiores do Brasil.** 1999. 200 f. Dissertação (Mestrado em Geociências)– Programa de Pós-Graduação em Geociências, Área de Educação Aplicada às Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 1999.

CACHAPUZ, António. (Org.). **A necessária renovação do ensino das ciências.** São Paulo: Cortez, 2005.

CAMPOS, José Adolfo Snajdauf de. Curso de graduação em astronomia: passado, presente e futuro. **Anuário do Instituto de Geociências,** Rio de Janeiro, v. 18, p. 1-7, 1995.

CANALLE, João Batista Garcia. Comparação entre os tamanhos dos planetas e do Sol. In: NOGUEIRA, Salvador; CANALLE, João Batista Garcia. **Astronomia: ensino fundamental e médio.** Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. p. 81-86. (Coleção Explorando o Ensino, 11).

_____; COELHO, Pâmela Marjorie Correia. Relógio de Sol. In: NOGUEIRA, Salvador; CANALLE, João Batista Garcia. **Astronomia: ensino fundamental e médio.** Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. p. 71-77. (Coleção Explorando o Ensino, 11).

CANDAU, Vera Maria Ferrão. **Formação continuada de professores: tendências atuais.** In: REALI, Aline Maria de Medeiros Rodrigues; MIZUKAMI, Maria das Graças Nicoletti (Org.). **Formação de professores: tendências atuais.** São Carlos (SP): EdUFSCar, 2007. p. 139-152.

CAPISTRANO, Giuliana; OLIVEIRA-ABANS, Mariângela de. Observatório no telhado é aberto à visitação pública. **LNA em dia,** n. 24, maio 2012. Disponível em: <http://www.lna.br/lna/LNA_em_dia/LNAemDIA_24.pdf>. Acesso em: 02 set. 2014.

CARDOSO, Walmir. **ABC da astronomia**. Apresentação e conteúdo: Walmir Cardoso. Direção: Alexandre Fischgold. Roteiro: Cleston Teixeira e Walmir Cardoso. Produção executiva: David Dominowski et al. São Paulo (SP): TV Cultura; Brasília (DF): TV Escola, 2011, 30 episódios. Disponível em: <<http://www.youtube.com/playlist?list=PL786495B96AB0CC3C>>. Acesso em: 02 set. 2014.

CAROLINO, Luís Miguel. Manoel Ferreira de Araújo Guimarães, a academia real militar do Rio de Janeiro e a definição de um gênero científico no Brasil em inícios do século XIX. **Revista Brasileira de História**. São Paulo, v. 32, n. 64, p. 251-278, 2012.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo (SP): Cortez Editora, 2011. 127 p. (Coleção questões da nossa época; v. 28)

CARVALHO, Marcelo de. Construtivismo, pluralismo metodológico e formação de professores no ensino de ciências naturais. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 26, n. 2, p. 83-94, 2005.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; BONIZZIA, Amanda; GOMES, Leandro Cesar Pereira. O ensino e a aprendizagem de física no século XXI: sistema de aquisição de dados nas escolas brasileiras, uma possibilidade real. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 04, p. 4501-1 a 4501-1, 2009.

CDCC-USP - Centro de divulgação científica e cultural da Universidade de São Paulo. **Atividade de observação e experimentação (II): cruzeiro do sul**. São Carlos: USP, 2000. Disponível em: <<http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/ensino-fundamental-astronomia/parte1a.html#aoe1>>. Acesso em: 02 set. 2014.

CDCC-USP - Centro de divulgação científica e cultural da Universidade de São Paulo. **22 de setembro: eclipse solar anular**. São Carlos: USP, 2006. Disponível em: <<http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/eventos/2006/20060922-esa/>>. Acesso em: 02 set. 2014.

CDCC-USP - Centro de divulgação científica e cultural da Universidade de São Paulo. Dietrich Schiel (Coord.). **Ciências para professores do ensino fundamental: astronomia: os movimentos do céu**. São Carlos: USP, 2007. Disponível em: <<http://www.cdcc.usp.br/cda/ensino-fundamental-astronomia/parte1b.html#omc>>. Acesso em: 02 set. 2014.

CDCC-USP - Centro de divulgação científica e cultural da Universidade de São Paulo. **Parede meridiana**. São Carlos: USP, 2013. Disponível em: <<http://www.cdcc.usp.br/cda/dispositivos/pdf/parede-meridiana-950mmx950mm-a.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2014.

CELANI, Maria Antonieta Alba. A educação continuada do professor. **Ciência e Cultura**, São Paulo, n. 40, v. 2, p. 158-163, 1988.

CHAVES, Alair Silvério. **Física: mecânica**. Rio de Janeiro: Reichmanm & Affonso Editores, 2001. 246 p.

CHIZZOTI, Antonio. **Pesquisas em ciências humanas e sociais**. 11. ed. São Paulo: Cortez, 2010, 166 p.

CORALINA, Cora. **Vintém de cobre**: meias confissões de aninha. Goiânia: UFG Editora, 1983, 195 p.

COSTA, Josilene Silva da; OLIVEIRA, Rosa Maria Moraes Anunciato de. A iniciação na docência: analisando experiências de alunos professores das licenciaturas. **Olhar de professor**, v.10, n. 2, p. 23-46, 2007.

COTA, Carolina. A astronomia passa por aqui. **Caderno de Ciências do Jornal Estado de Minas**, Belo Horizonte, ed. 25.924, 29 jan. 2013.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 248 p.

DALE, Edgard. **Audiovisual methods in teaching, third edition**. 3rd ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1969.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André Peres. **Metodologia do ensino de ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1994.

_____; _____. **Física**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

DELORS, Jacques. et al. **Educação**: um tesouro a descobrir. 7. ed. revisada. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2012. 240 p.

DIAS, Claudio André Chagas Martins; RITA, Josué Rodrigues Santa. Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 6, p. 55-65, 2008.

DIAS, Wilton da Silva; PIASSI, Luis Paulo de Carvalho. Por que a variação da distância terra-sol não explica as estações do ano? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 325-329, 2007.

EREA – ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE ASTRONOMIA. **Lista dos EREAs**. São Carlos: Sociedade Astronômica Brasileira, 2014. Disponível em: <<http://www.erea.ufscar.br/?q=lista-dos-ereas>>. Acesso em: 02 set. 2014.

FARIA, Rachel Zuchi; VOELZKE, Marcos Rincon. Análise das características da aprendizagem de astronomia no ensino médio nos municípios de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e Mauá. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 30, n. 4, dez. 2008.

FERLE; Oscar Luis. Fotografando o céu. In: _____. **Aprofundamento em astronomia para a docência**. São Paulo: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Astronomia - INCT-A, 2011.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Minidicionário Aurélio da língua portuguesa**. 7. ed. revista e atualizada. Curitiba (PR): Editora Positivo, 2004.

FRANCISCO, Deise Juliana; MACHADO, Glaucio José Couri. Sociedade, EaD, inclusão digital e formação de professores. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, España, v. 38, n. 1, p. 12, fev. 2006.

FRANCO, Lúcia Regina Horta Rodrigues; BRAGA, Dilma Bustamante. **O EaD transformando as técnicas de aprendizagem da engenharia**. Itajubá: Biblioteca Virtual da Educação a Distância da Universidade Federal de Itajubá, 2005. Disponível em: <http://www.ead.unifei.edu.br/biblioteca/LivroDigital/iee/extensao/capacitacaoM2/tecnicas_Ensino.html>. Acesso em: 02 set. 2014.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 43. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011. 144 p.

FSOGUMO. **Eclipse anular**. Wikimedia Commons: 29 dez. 2007. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Eclipse_Anular.svg>. Acesso em: 02 set. 2014.

GESSNER, Nicolas. **Espaçonave terra**. Diretor: Nicolas Gessner. Produtor: Fantôme Animation. Paris (França): Prionyx Vídeos, 1996, 52 episódios. Disponível em: <<https://www.youtube.com/playlist?list=PL5C45AAEB5A06514C>>. Acesso em: 02 set. 2014.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnica de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008, 166p.

GONÇALVES, Diego Antonio Falceta. Estrelas. In: _____. **Aprofundamento em astronomia para a docência**. Leitura semana 10. São Paulo: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Astronomia - INCT-A, 2011.

GONZAGA, Edson Pereira; VOELZKE, Marcos Rincon. Análise das concepções astronômicas apresentadas por professores de algumas escolas estaduais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 33, n. 2, 2311, jun. 2011.

GREGORIO-HETEM, Jane; JATENCO-PEREIRA, Vera. **Fundamentos de astronomia: o sol**. São Paulo: IAG/USP - Departamento de Astronomia, 2010. Disponível em: <<http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/apostila/cap07.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2014.

GUIMARÃES, Manoel Ferreira de Araújo. **Elementos de astronomia para uso dos alunos da academia real militar**. Rio de Janeiro: Imprensa Régia, 1814.

_____. **Elementos de geodesia**. Rio de Janeiro: Imprensa Régia, 1815.

HELLEBORUS. **Midnight sun in june, seen from Mount Luossavaara in Kiruna**. Wikimedia Commons: 27 jun. 2007. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Midnight_sun_in_Kiruna.jpg>. Acesso em: 02 set. 2014.

IAU - INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION. **Astronomy for development: strategic plan 2010–2020 (with 2012 update on implementation)**. Paris, 2009. Disponível em: <http://iau.org/static/education/strategicplan_2010-2020.pdf>. Acesso em: 02 set. 2014.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@**. Rio de Janeiro, RJ, 2013. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/1GA>>. Acesso em: 02 set. 2014.

IFNMG – INSTITUTO FEDERAL DO NORTE DE MINAS GERAIS. **Projeto pedagógico licenciatura em ciências biológicas**. Montes Claros: 2010a.

IFNMG – INSTITUTO FEDERAL DO NORTE DE MINAS GERAIS. **Projeto pedagógico licenciatura em matemática**. Montes Claros: 2010b.

IFNMG – INSTITUTO FEDERAL DO NORTE DE MINAS GERAIS. **Projeto pedagógico licenciatura em física**. Montes Claros: 2010c.

INFOPÉDIA. **Escalabilidade**. Porto: Porto Editora, 2014. Disponível em: <<http://www.infopedia.pt/pesquisa-global/escalabilidade>>. Acesso em: 02 set. 2014.

KENSKI, Vani Moreira. O ensino e os recursos didáticos em uma sociedade cheia de tecnologias. In: VEIGA, Ilma Passos Alencastro. **Didática: o ensino e suas relações**. Campinas: Papirus, 1996.

_____. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. São Paulo: Papirus, 2009. 144 p.

LABURU, Carlos Eduardo; ARRUDA, Sérgio e Melo; NARDI, Roberto. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

_____; CARVALHO, Marcelo de. Controvérsias metodológicas e pluralismo metodológico no ensino de ciências naturais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2001.

LAGE, Maria Campos. Utilização do software NVivo em pesquisa qualitativa: uma experiência em EaD. **ETD – Educação Temática Digital**, v.12, n. esp., p.198-226, mar. 2011.

LANGHI, Rodolfo. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores**. 2009. 370 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência)-Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.

_____. Educação em astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativa à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 373-399, ago. 2011a.

_____. Interações sol-terra-lua: o movimento anual do sol. In: _____. **Aprofundamento em astronomia para a docência**. Leitura semana 4a. São Paulo: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Astronomia - INCT-A, 2011b.

_____. A lua (I): observações. In: _____. **Aprofundamento em Astronomia para a docência**. Leitura semana 6a. São Paulo: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Astronomia - INCT-A, 2011c.

_____. **Interações sol-terra-lua: eclipses.** Leitura semana 4a. São Paulo: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Astronomia - INCT-A, 2011d.

_____; NARDI, Roberto. Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 2, p. 75-92, 2005.

_____; _____. Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: interpretação das expectativas e dificuldades presentes em discursos de professores. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 20, n. 1, p.17-32, 2007a.

_____; _____. Ensino de astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, p. 87-111, 2007b.

_____; _____. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, p. 4402-1 a 4402-11, 2009.

_____; _____. Formação de professores e seus saberes disciplinares em astronomia essencial nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, p. 205-224, maio/ago. 2010.

LEITE, Cristina. **Formação do professor de ciências em astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade.** 2006. 274 f. Tese (Doutorado)-Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2006.

_____; HOSOUME, Yassuko. Astronomia nos livros didáticos de ciências: um panorama atual. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2005. p. 01-04.

_____; _____. Explorando a dimensão espacial na pesquisa em ensino de astronomia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 3, 2009. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART3_Vol8_N3.pdf>. Acesso em: 02 set. 2014.

_____; _____. O professor de ciências e sua forma de pensar a astronomia. **Revista Latino Americana de Educação Em Astronomia - RELEA**, v. 4, p. 47-68, 2007.

LEITE, Lígia Silva. Mídia e a perspectiva da tecnologia educacional no processo pedagógico contemporâneo. In: FREIRE, Wendel. (Org.). **Tecnologia e educação: as mídias na prática docente.** Rio de Janeiro: Wak Editora, 2008. p. 61-78.

LIBÂNEO, José Carlos. **Adeus professor, adeus professora?: novas exigências educacionais e profissão docente.** 13. ed. São Paulo (SP): Cortez Editora, 2011. 102 p. (Coleção questões da nossa época; v. 2)

LIEBERMAN, Cynthia. **An ethnographic report on glogster.com.** 2010. Disponível em: <<http://www.cynthialieberman.com/Glogster.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2014.

LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of psychology**, n. 140, p. 1-50, 1932.

LONGHINI, Marcos Daniel; MENEZES, Leonardo Donizette de Deus. Objeto virtual de aprendizagem no ensino de astronomia: algumas situações problema propostas a partir do software stellarium. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 3, p. 433-448, dez. 2010.

LOPES, André Luiz Santos; GUSMÃO, Gisele de Cássia. A relação entre pobreza e desigualdade na região norte de Minas Gerais. In: SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, 15., 2012, Diamantina. **Anais...** Diamantina: Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais, 2012. p. 1-24.

LÜDKE, Menga. Avaliação institucional: formação de docentes para o ensino fundamental e médio (as licenciaturas). **Série: Cadernos CRUB**, Brasília, v.1, n. 4, 1994.

LUDWIG, Antonio Carlos Will. **Fundamentos e prática de metodologia científica**. 2. ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2012. 124 p.

MACÊDO, Josué Antunes de. **Simulações computacionais como ferramenta auxiliar ao ensino de conceitos básicos de eletromagnetismo**: elaboração de um roteiro de atividades para professores do ensino médio. 2009. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática)- Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

_____. **O movimento anual do sol**. Boston: Glogster Edu, 2012. Disponível em: <<http://josuemacedo.edu.glogster.com/o-movimento-anual-do-sol>>. Acesso em: 02 set. 2014.

_____; DICKMAN, Adriana Gomes; ANDRADE, Isabela Silva Faleiro de. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. esp. 1, p. 562-613, set. 2012.

_____. et al. Levantamento das abordagens e tendências dos trabalhos sobre as tecnologias de informação e comunicação apresentados no XIX simpósio nacional de ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 167-197, abr. 2014.

_____; VOELZKE, Marcos Rincon. O uso do ambiente virtual de aprendizagem moodle na formação inicial do professor de ciências da natureza e matemática. In: ENCONTRO DE PRODUÇÃO DISCENTE DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, 2., 2012, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e Universidade Cruzeiro do Sul, 2012. p. 1-13.

_____; _____. A astronomia e as tecnologias de informação e comunicação na formação inicial do professor de ciências da natureza e matemática. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20., 2013, São Paulo. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2013. p. 1-8.

_____; _____. As concepções prévias, os recursos tradicionais e as tecnologias digitais no ensino de astronomia. **Revista Imagens da Educação**, v. 4, n. 3, p. 49-61, 2014a.

_____; _____. O ensino de astronomia por meio de materiais interativos. **Revista de Produção Discente em Educação Matemática**, v. 3, n. 2, p. 66-80, 2014b.

MARANGONI, Yára Regina; SCARINCI, Anne Louise . Terra. In: _____. **Aprofundamento em Astronomia para a docência**. Leitura semana 6b. São Paulo: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Astronomia - INCT-A, 2011.

MARTINS, Gilberto de Andrade. **Estatística geral e aplicada**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 421 p.

MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide Farias de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p.77-86, 2002.

MENEZES, Luís Carlos de. Formar professores: tarefa da universidade. In: CATANI, Deice Bárbara. et al. (Org.). **Universidade, escola e formação de professores**. São Paulo: Brasiliense, 1986. p. 115-125.

MINAS GERAIS (Estado). Secretaria de Estado de Educação. **Resolução n. 666 de 07 de abril de 2005**. Estabelece os conteúdos básicos comuns (CBC) a serem obrigatoriamente ensinados pelas unidades de ensino estaduais que oferecem as séries finais do ensino fundamental e o ensino médio. Diário Oficial de Minas Gerais, Imprensa Oficial, Executivo, 08 abr. 2005. Belo Horizonte. Disponível em: <<http://crv.educacao.mg.gov.br>>. Acesso em: 02 set. 2014.

_____. Secretaria de Estado da Educação. **Conteúdos básicos comuns – CBC: proposta curricular de ciências do ensino fundamental - 6º ao 9º ano**. Belo Horizonte: 2007a.

_____. Secretaria de Estado da Educação. **Conteúdos básicos comuns – CBC: proposta curricular de física – ensino médio**. Belo Horizonte: 2007b.

MOODLE. **Homepage dos desenvolvedores**. 2014. Disponível em: <<https://moodle.org/>>. Acesso em: 02 set. 2014.

MORAES, Abrahão de. **A astronomia no Brasil**. São Paulo: IAG/USP, 1984.

MORAN, José Manoel. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. In: _____. MASETTO, Marcos Tarciso; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 19. ed. Campinas (SP): Papirus, 2011. p. 11-66.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação na sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006. 186 p.

MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. **Dicionário enciclopédico de astronomia e astronáutica**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1987. 956 p.

_____. **Da terra às galáxias:** uma introdução à astrofísica. 5. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997. 403 p.

_____. **Manual do astrônomo.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998. 152 p.

_____. **O livro de ouro do universo.** 7. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002. 509 p.

NAKAMURA, Rodolfo. **Moodle:** como criar um curso usando a plataforma de ensino à distância. São Paulo: Farol do Forte, 2009. 160 p.

NASCIMENTO, Anna Christina Aun de Azevedo. Aprendizagem por meio de repositórios digitais e virtuais. In: LITTO, Fredric Michael; FORMIGA, Manoel Marcos Maciel. (Org.). **Educação a distância:** o estado da arte. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012. p. 352-357.

NEVES, Marcos César Danhoni; ARGUELLO, Carlos Alfredo. **Astronomia de régua e compasso:** de Kepler a Ptolomeu. Campinas, São Paulo: Papirus, 1986. 161 p. (Coleção universus).

NUNES, Gilson Antônio. Preservando o passado do ensino de astronomia na engenharia. In: ENCONTRO NACIONAL DE ASTRONOMIA, 4., Bahia, 2001. **Anais...** Salvador Copydesk, 2001. p.130-133.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de física básica.** 5. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2013. v. 1, 394 p.

OLIVEIRA, Luciel Henrique de. **Exemplo de cálculo de ranking médio para Likert.** PPGA CNEC/FACECA: Varginha, 2005..(Notas de Aula. Metodologia Científica e Técnicas de Pesquisa em Administração. Mestrado em Administração e Desenvolvimento Organizacional).

OLIVEIRA, Henrique Jesus Quintino de. **Astronomia parte 1:** orientação e observação. SCHIEL, Dietrich (Coordenador). Revisão Ampliação e Atualização: HÖNEL, Jorge. CDA-USP - Centro de Divulgação da Astronomia da Universidade de São Paulo. São Carlos: USP, 2007. Disponível em: <<http://www.cdcc.usp.br/cda/ensino-fundamental-astronomia/parte1a.html#parte-1a>>. Acesso em: 02 set. 2014.

OLIVEIRA, Edilene França de; VOELZKE, Marcos Rincon; AMARAL, Luis Henrique. Percepção astronômica de um grupo de alunos do ensino médio da rede estadual de São Paulo da cidade de Suzano. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 4, p. 79-98, 2007.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Eclipses.** 2012. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/eclipses/eclipse.html>>. Acesso em: 02 set. 2014.

_____; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **O sol:** a nossa estrela. 2014. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/esol/esol.htm>>. Acesso em: 02 set. 2014.

ORTIZ, Roberto. Conceitos básicos em astronomia de posição. In: _____. **Aprofundamento em astronomia para a docência**. Leitura semana 3. São Paulo: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Astronomia - INCT-A, 2011a.

_____. O céu que enxergamos. In: _____. **Aprofundamento em astronomia para a docência**. Leitura semana 2. São Paulo: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Astronomia - INCT-A, 2011b.

_____; GONÇALVES, Diego Falceta. Atividades práticas para o ensino de astronomia: relógio de Sol equatorial. In: _____. **Aprofundamento em astronomia para a docência**. São Paulo: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Astronomia - INCT-A, 2011.

OVIGLI, Daniel Fernando Bovolenta; FREITAS, Denise de. Contribuições de um centro de ciências para a formação inicial do professor. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 2009, Paraná. **Atas...** Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009. p. 693-708.

PAIVA, Vera Lúcia Menezes de Oliveira. Ambientes virtuais de aprendizagem: implicações epistemológicas. **Educação em Revista**, v. 26, n. 30, p. 353-370, dez. 2010.

PAULA, André Salvador de; OLIVEIRA, Henrique Jesus Quintino de. **Análises e propostas para o ensino de astronomia**. Revisão e Adaptação para HTML: HÖNEL, Jorge. CDA-USP - Centro de Divulgação da Astronomia da Universidade de São Paulo. São Carlos: USP, 1997. Disponível em: <<http://www.cdcc.usp.br/cda/producao/sbpc93/>>. Acesso em: 02 set. 2014.

PAVANI, Daniela Borges; ORTIZ, Roberto Pereira; GONÇALVES, Diego Falceta. Estrelas II. In: _____. **Aprofundamento em astronomia para a docência**. Leitura semana 12. São Paulo: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Astronomia - INCT-A, 2011.

PEDROCHI, Franciana; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 2, p.1-9, 2005.

PEREIRA, Carlos Eduardo Candido. et al. O curso de licenciatura em pedagogia da uab-ufscar: quem são os estudantes universitários em formação? In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA/ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA, 2012, São Carlos. **Anais...** Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012. p. 1-14.

PEREIRA, Júlio Emílio Diniz. **Formação de professores**: pesquisas, representações e poder. 2. ed. Belo Horizonte, MG: Autêntica Editora: 2007. 168 p.

PICAZZIO, Enos. O sistema solar. In: _____. **Aprofundamento em astronomia para a docência**. Leitura semana 7b. São Paulo: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Astronomia - INCT-A, 2011.

PINTO, Simone Pinheiro; FONSECA, Omar Martins da; VIANNA, Deise Miranda. Formação continuada de professores: estratégia para o ensino de astronomia nas séries iniciais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 71-86, abr. 2007.

POPPE, Paulo César da Rocha; MARTIN, Vera Aparecida Fernandes. Modelos cosmológicos. In: _____. **Aprofundamento em Astronomia para a docência**. Leitura semana 5. São Paulo: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Astronomia - INCT-A, 2011.

PUZZO, Deolinda. **Um estudo das concepções alternativas presentes em professores de 5ª série do ensino fundamental sobre as fases da lua e eclipses**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática)-Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina, 2005.

RODRIGUES, Celia. **Trabalhando os pontos cardeais**. Brasília (DF). Brasília, 19 fev. 2011. Disponível em:
<<http://criandocopiandosempre.blogspot.com.br/2011/02/para-visualizar-melhor-e-copiar-clique.html>>. Acesso em: 02 set. 2014.

RUIZ, João Álvaro. **Metodologia do trabalho científico**: guia para eficiência nos estudos. 6. ed. 2. reimpressão. São Paulo: Atlas, 2011. 180 p.

SANTIAGO; Basílio. **Estações do Ano e Eclipses**. 2005. Disponível em;
<<http://www.if.ufrgs.br/oei/santiago/fis2005/textos/eclipses.htm>>. Acesso em: 02 set. 2014.

SANTOS, Carlos Alberto dos. **O genial cientista Albert Einstein**. Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. Disponível em:
<<http://www.if.ufrgs.br/einstein/genio.html>>. Acesso em: 02 set. 2014.

SANTOS, Antônio José de Jesus; VOELZKE, Marcos Rincon; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. O projeto Eratóstenes: a reprodução de um experimento histórico como recurso para a inserção de conceitos da astronomia no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 1137-1174, 2012.

SANTOS, Lucíola Licínio de Castro Paixão. Problemas e alternativas no campo da formação de professores. **Revista de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 72, n.172, p. 318-334, set/dez. 1991.

SANTOS, Marcio Eugen Klingschmid Lopes dos; AMARAL, Luiz Henrique. Avaliação de objetos virtuais de aprendizagem no ensino de matemática. **REnCiMa - Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3, n. 6, p. 83-93, 2012.

SARAIVA, Luis Manuel Ribeiro. Manoel Ferreira de Araujo Guimarães (1777-1838): From the Navy Royal Academy to the Royal Military Academy of Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de História da Matemática**, v. 11, n. 21, p. 77-106, abr./set. 2011.

SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **A terra como um grão de coentro**: ou o sistema planetário em 1 km. 2012. Disponível em:
<<http://www.if.ufrgs.br/~fatima/ead/grao.htm>>. Acesso em: 02 set. 2014.

_____; OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; MÜLLER, Alexei Machado. **Movimento anual do sol e estações do ano**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

SCARINCI, Anne Louise. Montagem do telúrio. In: _____. **Aprofundamento em Astronomia para a docência**. São Paulo: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Astronomia - INCT-A, 2011.

SILVA, Naja Naira Salgueiro. **Aprendizagem colaborativa em um curso on-line de pós-graduação: a perspectiva dos alunos**. 2011. 110 f. Dissertação (Mestrado em Linguística Aplicada)–Faculdade de Letras, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

SILVA, Tatiana da. Ensino a distância e tecnologias na educação: o estudo de fenômenos astronômicos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 3, p. 533-546, dez. 2009.

SIMIELLI, Maria Elena. **Projeto Ápis: geografia: ensino fundamental I: 4º ano**. CHARLIER, Anna Maria (assessoria técnico-pedagógica). 2. reimpressão. São Paulo: Ática, 2012. 160 p.

STELLARIUM. **Homepage dos desenvolvedores**. 2014. Disponível em: <http://www.stellarium.org/pt_BR/>. Acesso em: 02 set. 2014.

TARDIF, Maurice; LESSARD, Claude. **O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas**. Tradução de João Batista Kreuch. 7. ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2012. 317 p.

TIGNANELLI, Horacio Luis. Sobre o ensino da astronomia no ensino fundamental. In: WEISSMANN, Hilda (Org.). **Didática das ciências naturais: contribuições e reflexões**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

TRIOLA, Mario F. **Introdução à estatística: atualização da tecnologia**. 11. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013. 707 p.

VALENTE, José Armando. (Org.). Formação de professores: diferentes abordagens pedagógicas. In: _____. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1999.

VÁLIO, Adriana Benetti Marques. O Sol como uma estrela. In: **Aprofundamento em Astronomia para a docência**. Leitura semana 11. São Paulo: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Astronomia - INCT-A, 2011.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. Einstein e o eclipse de 1919. **Física na Escola**, v. 6, n. 1, p. 83-87, maio 2005.

VOELZKE, Marcos Rincon; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. Plutão: planeta ou “planeta anão”? **REnCiMa - Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 1, n. 1, p. 66-79, 2010.

_____; GONZAGA, Edson Pereira. Analysis of the Astronomical Concepts presented by Teachers of some Brazilian State Schools. **Journal of Science Education**, v. 14, n.1, p. 23-25, 2013.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Ambiente Virtual de Aprendizagem do IFNMG Campus Januária. Disponível em: <<http://moodle.ifnmg.edu.br/>>. Acesso em: 02 set. 2014.

Atividade de comparação entre as distâncias dos planetas. Disponível em: <<http://www.pontociencia.org.br/experimentosinterna.php?experimento=225&VISUALIZACAO+DAS+DISTANCIAS+MEDIAS+DOS+PLANETAS+AO+SOL>>. Acesso em: 02 set. 2014.

Comparação dos planetas em escala de tamanho. Disponível em: <<http://www.pontociencia.org.br/experimentosinterna.php?experimento=222&COMPARACAO+ENTRE+O+TAMANHO+DOS+PLANETAS+E+O+SOL#tophttp://pontociencia.org.br/gerarpdf/index.php?experiencia=222>>. Acesso em: 02 set. 2014.

Empresa de fabricação de lentes. Disponível em: <<http://www.optovac.com.br/>>. Acesso em: 02 set. 2014.

Homepage do Glogster EDU, proprietário do Glog. Disponível em: <<http://edu.glogster.com/>>. Acesso em: 02 set. 2014.

Homepage dos desenvolvedores do software Stellarium. Disponível em: <http://www.stellarium.org/pt_BR/>. Acesso em: 02 set. 2014.

Homepage pessoal do prof. Paulo Sérgio Bretones. Disponível em: <<http://www.btdea.ufscar.br/inicio>>. Acesso em: 02 set. 2014.

Homepage pessoal do prof. Rodolfo Langhi. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/proflanghi/home>>. Acesso em: 02 set. 2014.

Homepage que disponibiliza o software Geogebra. Disponível em: <http://www.geogebra.org/cms/pt_BR/>. Acesso em: 02 set. 2014.

Homepage que disponibiliza o software Maxima. Disponível em: <<http://maxima.sourceforge.net/>>. Acesso em: 02 set. 2014.

Homepage que disponibiliza o software Winplot. Disponível em: <<http://math.exeter.edu/rparris/winplot.html>>. Acesso em: 02 set. 2014.

Lista dos horários do nascer e pôr do Sol em Montes Claros (Brasil). Disponível em: <<http://www.sunrise-and-sunset.com/pt/brasil/montes-claros>>. Acesso em: 02 set. 2014.

Página eletrônica sobre Ensino de Astronomia do portal de divulgação e ensino do MCT/LNA. Disponível em: <<http://www.lna.br/~divulg/>>. Acesso em: 02 set. 2014.

Página pessoal do autor desta tese que disponibiliza o material utilizado no Curso de Extensão em Astronomia. Disponível em:

<<https://sites.google.com/site/josueantunesmacedo/curso/astronomia>>. Acesso em: 02 set. 2014.

Portal com recursos para o Ensino de Biologia e Ciências. Disponível em: <<http://www.sobiologia.com.br/>>. Acesso em: 02 set. 2014.

Portal de divulgação científica. Disponível em: <<http://www.zenite.nu?encontreseueclipse>>. Acesso em: 02 set. 2014.

Portal que disponibiliza laboratório online destinado a alunos de graduação. Disponível em: <<http://astro.unl.edu/naap/>>. Acesso em: 02 set. 2014.

Repositório do Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE). Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>>. Acesso em: 02 set. 2014.

Site do Centro de Referência Virtual do Professor (CRV). Disponível em: <<http://crv.educacao.mg.gov.br/>>. Acesso em: 02 set. 2014.

Site do Colégio Específico. Disponível em: <<http://www.especifico.com.br/view/blog.php?professor=22&pagina=&inicial&pg=4>>. Acesso em: 02 set. 2014.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL

OBSERVAÇÃO: As questões mostradas no quadro abaixo foram excluídas da análise dos dados.

Questões	Justificativa
10	Desconsideradas da análise dos dados, pois as contribuições dadas à pesquisa foram irrelevantes.
11	
19F	Desconsiderada da análise dos dados, pois se notou claramente, de acordo com as respostas obtidas que a questão gerou interpretação duvidosa, comprometendo assim, o resultado encontrado.
24	Desconsideradas da análise dos dados, pois as respostas dadas pelos alunos foram muito subjetivas, dificultando assim a análise e interpretação dos dados.
25	

QUESTIONÁRIO DE CONECIMENTOS PRÉVIOS

Caro (a) Aluno (a),

Este questionário faz parte do trabalho de pesquisa do Programa de Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul. O objetivo é colher algumas informações sobre você, sua atuação profissional, bem como a prática pedagógica e concepções relacionadas à Astronomia e uso de Ferramentas Significativas no Ensino. Seu preenchimento correto é essencial para que tenhamos resultados que evidenciem a sua realidade, permitindo assim a viabilização de forma que proporcione uma melhoria na qualidade do ensino.

Responda com cuidado e atenção.

Agradecemos a sua colaboração. O seu nome será mantido em sigilo.

Doutorando: Josué Antunes de Macêdo

Orientador: Prof. Dr Marcos Rincon Voelzke

Nome: _____

Curso: _____ Turma: _____ Turno: _____

7. Quantas horas por semana você dedica aos estudos?
- menos de 5 horas;
 - entre 5 e 14 horas;
 - entre 15 e 19 horas;
 - entre 20 e 24 horas;
 - entre 25 e 30 horas;
 - acima de 30 horas.

Nessa segunda seção, os itens são relacionados às Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs):

8. Dentre os recursos tecnológicos abaixo, assinale aquele que **você mais utiliza** no seu dia a dia.
- Utilizo a televisão como recurso tecnológico para uso pessoal;
 - Utilizo o computador para uso pessoal;
 - Utilizo o computador ou celular para acessar *e-mail* e/ou pesquisas em geral na *internet*;
 - Utilizo o computador ou celular para acessar as redes sociais (*orkut*, *facebook*, *twitter*) e salas de bate-papo (MSN);
 - Utilizo o computador para trabalhar com planilhas e editores de texto;
 - Não utilizo recursos tecnológicos.
9. Você acessa a *internet* com maior frequência?
- no computador da minha casa;
 - na *lan house*;
 - no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG);
 - no trabalho;
 - na casa de amigos;
 - pelo celular;
 - não tenho acesso.
 - de outra forma. Qual: _____
10. Caso você tenha acesso à *internet*, a sua velocidade de conexão é:
- conexão discada (até 56,6 kbps);
 - entre 56,6 kbps e 128 kbps;
 - entre 129 kbps e 300 kbps;
 - entre 301 kbps e 600 kbps;
 - entre 601 kbps e 1Mbps;
 - acima de 1 Mbps.

A questão 10 foi desconsiderada da análise dos dados.

11. O seu provedor de *internet* é:
- Velox;
 - Master Cabo;
 - Interjan;
 - Com Net Informática;
 - Modem da operadora () Tim; () Vivo; () Claro; () Oi
 - Outro. Qual? _____

A questão 11 foi questão desconsiderada da análise dos dados.

12. Quanto ao uso das TICs na prática docente, você acredita que (assinale o mais conveniente em sua opinião):
- a) o computador como o *data show* são relevantes para a prática docente;
 - c) a televisão pode ser um importante recurso pedagógico;
 - d) o uso da *internet* para pesquisas acadêmicas poderá contribuir no processo de ensino e aprendizagem;
 - e) o uso de *software* educativo é importante;
 - f) jogos *online* contribuem na aprendizagem;
 - g) editores de textos e planilhas eletrônicas poderão ser utilizados no processo de ensino e aprendizagem;
 - h) os recursos acima não são necessários para uma boa aprendizagem.

13. a) Você conhece algum *software* que pode ser utilizado no Ensino de Ciências ou Matemática?

- b) Qual(is)? _____
-

- c) Dos *softwares* que você conhece, existe algum dedicado ao Ensino de Astronomia?

14. O que você acha do uso de recursos tecnológicos para o Ensino de Astronomia?

Comente.

Nesta terceira seção, as questões dizem respeito ao seu conhecimento sobre o tema Astronomia:

15. Das opções a seguir, assinale a que melhor descreve o seu nível de conhecimento sobre Astronomia:

- a) não possui nenhum conhecimento;
- b) regular;
- c) bom;
- d) ótimo;
- e) excelente.

16. Você já participou de algum curso ou oficina sobre Astronomia?

- a) Sim. Onde? _____
- b) Não.

17. Se sua resposta na questão anterior for positiva, favor indicar qual tipo de curso ou oficina que você participou: (Se for possível, indique a carga horária - CH).
- a) Curso de extensão ou minicurso organizado por Instituição de Ensino Superior. CH: _____
- b) Curso de extensão ou minicurso organizado pela Secretaria Estadual ou Municipal de Educação CH: _____
- c) Disciplina em graduação. CH: _____
- d) Outro(s). Qual(is) e CH ? _____
- _____

18. Descreva resumidamente o que é Astronomia?
- _____
- _____
- _____
- _____

Nesta quarta seção, as questões dizem respeito a suas concepções sobre alguns conceitos relacionados à Astronomia:

19. Nas questões abaixo, responda verdadeiro ou falso.

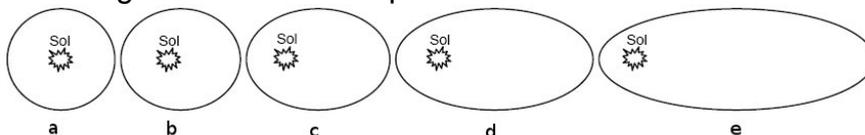
	QUESTÕES	V	F
A	O Sol sempre nasce no Ponto Cardeal Leste e sempre se põe no Ponto Cardeal Oeste;		
B	Os pontos cardeais são precisamente determinados em qualquer dia do ano, seguindo a regra do posicionamento dos braços abertos: braço direito aponta para o Leste, o esquerdo para o Oeste, em sua frente está o Norte e atrás, o Sul;		
C	Ao meio-dia, o Sol atinge o ponto mais alto do céu e temos o "Sol a pino", quando praticamente não há sombra projetada no solo para uma pessoa de pé ou um poste, em qualquer lugar da Terra;		
D	O movimento de rotação terrestre se dá no sentido anti-horário, para um referencial observando o planeta do espaço sideral sobre o polo Norte;		
E	As estações do ano ocorrem devido à órbita elíptica (achatada) da Terra em torno do Sol, proporcionando o verão quando ela mais se aproxima dele e o inverno quando mais se afasta dele;		
F	O eixo de rotação da Terra é inclinado de aproximadamente 23,5° em relação ao seu plano orbital; A questão 19F foi desconsiderada da análise dos dados.		
G	O lado oculto da Lua (também chamado de lado negro da Lua ou lado escuro da Lua) é o hemisfério lunar que não pode ser visto da Terra. Este lado escuro da Lua, quando ela não está cheia, é devido à sombra da Terra sobre o nosso satélite natural;		
H	A Lua possui quatro fases: nova, crescente, cheia e minguante;		
I	A Lua Cheia é a melhor fase para se observar através de um telescópio, quando fica bem evidente o relevo de sua superfície;		

QUESTÕES		V	F
J	A Lua apresenta um eterno lado (ou face) escuro (<i>"The dark side of the Moon"</i>);		
K	Não é possível desenhar em uma folha comum de papel sulfite A4, em escala conveniente de dimensão e distância, os seguintes astros: Terra, Lua e Sol;		
L	É necessário proteger a visão durante eclipses lunares;		
M	A distância que nos separa das estrelas, impede sua luz de chegar à Terra.		

20. "O desconhecimento da verdadeira natureza dos astros deve ter produzido no homem primitivo um sentimento misto de curiosidade, admiração e temor, levando-o a acreditar na natureza divina dos corpos celestes" Para muitos povos do passado, os astros eram tidos como deuses que poderiam influenciar a vida sobre a terra. Dê exemplos de povos do passado e suas contribuições para a Astronomia.

21. Observando o céu durante uma noite, vemos as estrelas e a Lua se moverem. Esse movimento aparente é ocasionado por que:
- Diariamente, a esfera celeste gira em torno da Terra.
 - A Terra tem um movimento de rotação em torno do seu eixo.
 - A Lua tem um movimento de rotação em torno do seu eixo.
 - Na verdade, as estrelas e a Lua não estão se movendo, percebemos esse movimento porque é a Terra que se move em torno do Sol.
22. Por que, em sua hipótese, ocorrem as estações do ano?
- porque a órbita da Terra é elíptica e a Terra se aproxima e se afasta do Sol (periélio – afélio);
 - porque a Terra gira em torno do seu eixo, fazendo com que algumas regiões fiquem com menos Sol e eventualmente até no escuro;
 - porque o eixo de rotação da Terra é inclinado e sempre aponta para uma mesma direção no espaço conforme ela gira em torno do Sol.
 - porque o eixo de rotação da Terra é perpendicular ao plano de sua órbita e muda de direção e sentido conforme ela gira em torno do Sol;

23. Qual dessas figuras seria mais representativa da órbita da Terra?



24. Que são:

a) solstícios?;

b) equinócios?

A questão 24 foi desconsiderada da análise dos dados.

25. Que fatores combinados determinam a ocorrência das estações do ano?

A questão 25 foi desconsiderada da análise dos dados.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO FINAL E SEGUNDA AVALIAÇÃO

OBSERVAÇÃO: As questões mostradas no quadro abaixo foram excluídas da análise dos dados.

Questões	Justificativa
11F	Desconsiderada da análise dos dados, pois se notou claramente, de acordo com as respostas obtidas que a questão gerou interpretação duvidosa, comprometendo assim, o resultado encontrado.
16	Desconsideradas da análise dos dados, pois as respostas dadas pelos alunos foram muito subjetivas, dificultando assim a análise e interpretação dos dados.
17	
21	
22	
25	

QUESTIONÁRIO PÓS-CURSO⁵⁵

Prezado Aluno, prezada Aluna,

Este questionário faz parte do trabalho de pesquisa do Programa de Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul. O objetivo é colher algumas informações sobre Astronomia e o uso de Ferramentas Significativas no Ensino de Ciências e Matemática. Seu preenchimento correto é essencial para que tenhamos resultados que evidenciem o trabalho realizado no curso, permitindo assim a viabilização de forma que proporcione uma melhoria na qualidade do ensino.

Responda com cuidado e atenção.

Agradecemos a sua colaboração. O seu nome será mantido em sigilo.

Doutorando: Josué Antunes de Macêdo

Orientador: Prof. Dr Marcos Rincon Voelzke

Nome: _____

Curso: _____ Turma: _____ Turno: _____

⁵⁵ As questões onze a vinte e cinco foram avaliadas para compor a nota final do curso (Apêndice I).

Nesta primeira seção, os itens são relacionados ao Curso de Extensão em Astronomia:

1. No curso foram disponibilizados vários recursos interativos. Como você classifica o grau de importância desses recursos no apoio ao processo de ensino e aprendizagem, numa escala de 1 a 5, em que o (um) representa “nenhuma importância” e o cinco “máxima importância”?

Ao responder, por favor, faça um círculo no número que melhor indique sua opinião relativamente a cada um dos recursos disponibilizados.

Recursos	Grau de importância				
Roteiros de aprendizagem	1	2	3	4	5
Fóruns	1	2	3	4	5
Simulações	1	2	3	4	5
Textos de Aprofundamento	1	2	3	4	5
Enquetes sobre Astronomia	1	2	3	4	5
Vídeos	1	2	3	4	5
Maquetes	1	2	3	4	5
Relatos de aula	1	2	3	4	5
Atividades	1	2	3	4	5
<i>Software Stellarium</i>	1	2	3	4	5

2. Com que frequência você acessou o curso, utilizou os recursos disponíveis e participou das atividades?

- 1 Nunca;
 2 Uma vez por semana;
 3 Algumas vezes por semana;
 4 Várias vezes por semana;
 5 Todos os dias.

Ao responder, por favor, faça um círculo no número que melhor indique sua opinião relativamente a cada uma das afirmações.

Recursos	1 Nunca	2 Uma vez por semana	3 Algumas vezes por semana	4 Várias vezes por semana	5 Todos os dias
Roteiros de aprendizagem	1	2	3	4	5
Fóruns	1	2	3	4	5
Simulações	1	2	3	4	5
Textos de Aprofundamento	1	2	3	4	5
Enquetes sobre Astronomia	1	2	3	4	5
Vídeos	1	2	3	4	5
Relatos de aula	1	2	3	4	5
Atividades Avaliativas	1	2	3	4	5

3. Quantas horas semanais você dedicou ao curso?

0 — 2 de zero a duas horas	2 — 4 de duas a quatro horas	4 — 6 de quatro a seis horas	6 — 8 de seis a oito horas	8 — oito horas ou mais
-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------

4. Em sua opinião e de acordo com a sua experiência vivenciada, para ser ter um bom rendimento, quantas horas semanais são necessárias para se dedicar ao curso?

0 — 2 de zero a duas horas	2 — 4 de duas a quatro horas	4 — 6 de quatro a seis horas	6 — 8 de seis a oito horas	8 — oito horas ou mais
-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------

5. A seguir, você encontrará uma série de afirmações sobre o curso e ao lado uma escala que estabelece a seguinte correspondência.

- 1 Discordo totalmente;**
2 Discordo em parte;
3 Não concordo nem discordo;
4 Concordo em parte;
5 Concordo totalmente.

Ao responder, por favor, faça um círculo no número que melhor indique sua opinião relativamente a cada uma das afirmações.

Itens	1 Discordo totalmente	2 Discordo em parte	3 Não concordo nem discordo	4 Concordo em parte	5 Concordo totalmente
a) O conteúdo abordado foi suficientemente completo e abrangente, considerando a necessidade de ensino do tema.	1	2	3	4	5
b) A carga horária do curso foi suficiente para abordar todos os conteúdos propostos.	1	2	3	4	5
c) Os materiais disponibilizados (roteiros, vídeos, relatos de aula, textos de aprofundamento, atividades, simulações) são adequados e bem elaborados.	1	2	3	4	5
d) A estrutura curricular e pedagógica do curso foi adequada e facilitou o processo de ensino e aprendizagem.	1	2	3	4	5
e) As oficinas realizadas nos encontros presenciais foram proveitosas, pertinentes e contribuíram no processo de ensino e aprendizagem.	1	2	3	4	5

6. Sugira uma sequência de estudo que facilite a aprendizagem em cursos semipresenciais nos mesmos moldes que este que você cursou:

7. Em sua opinião, o que poderia ser melhorado no curso?

8. Quanto aos fóruns de discussões:

a) Você os considera importantes em um curso semipresencial? Justifique

b) Como você considera a sua participação nas discussões?

9. Como você avalia o ambiente virtual de aprendizagem *Moodle*?

10. Quanto aos encontros presenciais:

a) Você os considera importantes em um curso semipresencial? Justifique.

b) Como você avalia a sua participação nestes encontros?

c) A quantidade e a carga horária foram suficientes, e os assuntos abordados atenderam as suas expectativas? Comente.

d) De todas as oficinas realizadas nos encontros presenciais, qual(is) você mais gostou e achou interessante?

e) Existe algo que você gostaria que fosse tratado no curso?

Nesta segunda seção, as questões dizem respeito ao seu conhecimento sobre alguns conceitos relacionados à Astronomia e serão avaliadas para compor a nota final do curso:

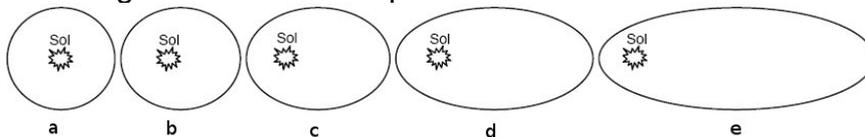
11. Nas questões abaixo, responda verdadeiro ou falso:

	QUESTÕES	V	F
A	O Sol sempre nasce no Ponto Cardeal Leste e sempre se põe no Ponto Cardeal Oeste;		
B	Os pontos cardeais são precisamente determinados em qualquer dia do ano, seguindo a regra do posicionamento dos braços abertos: braço direito aponta para o Leste, o esquerdo para o Oeste, em sua frente está o Norte e atrás, o Sul;		
C	Ao meio-dia, o Sol atinge o ponto mais alto do céu e temos o “Sol a pino”, quando praticamente não há sombra projetada no solo para uma pessoa de pé ou um poste, em qualquer lugar da Terra;		
D	O movimento de rotação terrestre se dá no sentido anti-horário, para um referencial observando o planeta do espaço sideral sobre o polo Norte;		
E	As estações do ano ocorrem devido à órbita elíptica (achatada) da Terra em torno do Sol, proporcionando o verão quando ela mais se aproxima dele e o inverno quando mais se afasta dele;		
F	O eixo de rotação da Terra é inclinado de aproximadamente $23,5^\circ$ em relação ao seu plano orbital; A questão 11F foi desconsiderada da análise dos dados.		
G	O lado oculto da Lua (também chamado de lado negro da Lua ou lado escuro da Lua) é o hemisfério lunar que não pode ser visto da Terra. Este lado escuro da Lua, quando ela não está cheia, é devido à sombra da Terra sobre o nosso satélite natural;		
H	A Lua possui quatro fases: nova, crescente, cheia e minguante;		
I	A Lua Cheia é a melhor fase para se observar através de um telescópio, quando fica bem evidente o relevo de sua superfície;		
J	A Lua apresenta um eterno lado (ou face) escuro (“ <i>The dark side of the Moon</i> ”);		
K	Não é possível desenhar em uma folha comum de papel sulfite A4, em escala conveniente de dimensão e distância, os seguintes astros: Terra, Lua e Sol;		
L	É necessário proteger a visão durante eclipses lunares;		
M	A distância que nos separa das estrelas, impede sua luz de chegar à Terra.		

12. “O desconhecimento da verdadeira natureza dos astros deve ter produzido no homem primitivo um sentimento misto de curiosidade, admiração e temor, levando-o a acreditar na natureza divina dos corpos celestes” Para muitos povos do passado, os astros eram tidos como deuses que poderiam influenciar a vida sobre a terra. Dê exemplos de povos do passado e suas contribuições para a Astronomia.

13. Observando o céu durante uma noite vemos as estrelas e a Lua se moverem. Esse movimento aparente é ocasionado porque:
- Diariamente, a esfera celeste gira em torno da Terra.
 - A Terra tem um movimento de rotação em torno do seu eixo.
 - A Lua tem um movimento de rotação em torno do seu eixo.
 - Na verdade, as estrelas e a Lua não estão se movendo, percebemos esse movimento porque é a Terra que se move em torno do Sol.
14. Por que, em sua hipótese, ocorrem as estações do ano?
- porque a órbita da Terra é elíptica e a Terra se aproxima e se afasta do Sol (periélio – afélio);
 - porque a Terra gira em torno do seu eixo, fazendo com que algumas regiões fiquem com menos Sol e eventualmente até no escuro;
 - porque o eixo de rotação da Terra é inclinado e sempre aponta para uma mesma direção no espaço conforme ela gira em torno do Sol.
 - porque o eixo de rotação da Terra é perpendicular ao plano de sua órbita e muda de direção e sentido conforme ela gira em torno do Sol;

15. Qual dessas figuras seria mais representativa da órbita da Terra?



16. Que fatores combinados determinam a ocorrência das estações do ano?

A questão 16 foi desconsiderada da análise dos dados.

17. Que são:
a) solstícios?;

b) equinócios?

A questão 17 foi desconsiderada da análise dos dados.

Leia atentamente: O Sistema Solar (SS) é composto de uma estrela, oito planetas, cinco planetas anões (número que deve crescer), centenas de satélites, dezenas de milhares de asteroides e centenas de milhões de cometas, além de rocha e poeira interplanetária. Toda essa matéria mantém-se unida pela força gravitacional do Sol, o maior componente desse sistema.

18. O Sistema Solar:

- a) é formado por todas as estrelas da nossa galáxia.
- b) é formado pela estrela Sol e toda matéria que se mantém unida pela força gravitacional que gira em torno dele.
- c) é o ciclo de vida de uma estrela, de uma anã amarela para uma gigante vermelha e então para uma anã branca.
- d) é o Sol, sua coroa, manchas e erupções solares.

19. Sobre o Sol é correto afirmar que:

- a) é uma galáxia.
- b) é um planeta.
- c) é um satélite natural da Terra.
- d) é uma estrela.

20. A respeito do Sistema Solar e seus componentes, todas as afirmativas abaixo são verdadeiras, **exceto**:

- a) A Lua é um satélite natural da Terra que possui fases. As fases da Lua são os aspectos básicos que ela apresenta conforme é iluminada pelo Sol.
- b) A Terra é um astro iluminado por uma estrela, em torno da qual desenvolve um movimento de translação.
- c) Todos os planetas do Sistema Solar descrevem órbitas circulares e concêntricas em torno do Sol.
- d) Plutão é um dos planetas anões do Sistema Solar.

21. Descreva resumidamente como ocorre a evolução de uma estrela?

A questão 21 foi desconsiderada da análise dos dados.

22. A imagem artística abaixo mostra a estrutura da Via Láctea, com seus braços espirais (Carina, Perseus, Cygnus, Braço externo e Órion), o centro galáctico, o núcleo e o bojo central. Faça um X na posição onde deve estar localizado o Sol. Justifique:



A questão 22 foi desconsiderada da análise dos dados.

23. O Sol é dividido em basicamente duas regiões: o interior e a atmosfera. O conhecimento que se tem do interior solar é devido a modelos de estrutura estelar e de medidas de heliossismologia. Já a atmosfera pode ser analisada diretamente através das observações nos vários comprimentos de onda. Sobre a estrutura do Sol, todas as alternativas abaixo são verdadeiras, **exceto**:
- A atmosfera solar é composta por fotosfera, cromosfera, região de transição e coroa.
 - O interior do Sol é composto por camada convectiva, taoclina, camada radiativa e núcleo.
 - O núcleo é o local onde acontecem as reações termonucleares, fonte de energia do Sol.
 - A principal fonte de energia do Sol provém da “queima” do carbono.
24. Associe corretamente a primeira coluna com a segunda, a respeito dos componentes do Sistema Solar.
- | | |
|---|--------------------------------------|
| (1) são planetas rochosos | () Júpiter |
| (2) são planetas gasosos | () Mercúrio |
| (3) o maior planeta conhecido do Sistema Solar é | () Plutão |
| (4) dos planetas conhecidos, o que se encontra mais próximo do Sol é | () Mercúrio, Vênus, Terra e Marte |
| (5) dos planetas conhecidos, o que se encontra mais afastado do Sol é | () Júpiter, Saturno, Urano e Netuno |
| (6) é conhecido como planeta anão | () Netuno |
- A resposta correta é:
- 3, 4, 5, 1, 2, 6.
 - 3, 4, 6, 2, 1, 5.
 - 3, 4, 6, 1, 2, 5.
 - 3, 5, 6, 1, 2, 4.

25. Nossa Galáxia, conhecida como a Via Láctea, apresenta-se para o observador como uma faixa brilhante e esbranquiçada no céu. Os gregos interpretavam essa faixa brilhante no céu como leite da deusa Juno, que amamentava seu filho Hércules, daí o nome Via Láctea, ou via leitosa ("*Milky Way*" em inglês), por causa de sua aparência. Responda:

a) O que há na direção do centro de nossa galáxia? Quais as evidências que temos sobre isso?

b) Por que a luz visível não é muito eficiente no estudo da Via Láctea?

A questão 25 foi desconsiderada da análise dos dados.

APÊNDICE C – DIVULGAÇÃO DO CURSO



Curso de Extensão em Astronomia

- ❖ Oferecido na modalidade semipresencial.
- ❖ Conteúdos de Astronomia: fenômenos astronômicos Terra-Lua-Sol; Astronomia de posição; características dos objetos astronômicos; Sistema Solar; Estrelas e evolução estelar; Galáxias.
- ❖ Conexões com a sala de aula: discussões de natureza epistemológica e pedagógica, como temas transversais aos conteúdos específicos.
- ❖ Recursos didático-pedagógicos incluem roteiros interativos, textos de aprofundamento em Astronomia, videoaulas, interações contínuas com o professor e colegas, atividades para a sala de aula, análise de aulas dadas para a educação básica, animações e simulações computacionais, entre outros.

Será que esse curso é para mim?

- ✓ Concebido para docentes e futuros docentes da educação básica: (Física, Matemática e Biologia).
- ✓ Você deverá ter no mínimo 3 horas semanais para acessar o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA): interagir via fórum e *chat*, ler o roteiro da semana, assistir às videoaulas e baixar os textos de leitura. Deverá ter mais 2 horas semanais (no mínimo) para estudo do material fornecido e realização de atividades experimentais, observações empíricas e outras atividades.
- ✓ Este é um curso interativo. A interação com colegas e professor é uma parte essencial e não substituível do curso. você vai precisar de *internet* regularmente disponível.
- ✓ As atividades presenciais serão desenvolvidas preferencialmente terça-feira, das 16 às 19 horas, no IFNMG – Campus Januária. Inicialmente as datas previstas para os encontros presenciais são 28/04; 02/05; 16/05; 30/05; 06/06; 20/06; 27/06; 11/07; 25/07 e 01/08/2012.

Duração: 14 semanas, de 28 de abril a 05 de agosto de 2012. A **carga horária total é 100 horas** e poderá ser aproveitada para as Atividades Acadêmicas Culturais Complementares (AACC).

Público alvo: acadêmicos das Licenciaturas do IFNMG, Campus Januária.

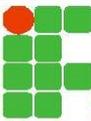
Vagas: 40

Período de inscrição: 17/04/2012 a 24/04/2012 com o prof. Josué.

Maiores informações pelo email: astronomia.ifnmg@gmail.com ou com o professor Josué.

O curso é gratuito

APÊNDICE D – FICHA DE INSCRIÇÃO

 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA NORTE DE MINAS GERAIS Campus Januária		
FICHA DE INSCRIÇÃO		
CURSO/EVENTO: <i>Curso de Aperfeiçoamento em Astronomia</i>		
PERÍODO: <i>28 de abril a 05 de agosto de 2012</i>	MODALIDADE: <i>Semipresencial</i>	
LOCAL: <i>Plataforma MOODLE do IFNMG – Campus Januária</i>		
DADOS PESSOAIS		
Nome Completo:		
Data de Nascimento:	Sexo: () Masculino () Feminino	
RG:	Órgão Expedidor:	CPF:
E-mail:		
Possui acesso regular à internet? () Sim () Não		
Quantas horas por semana você pretende dedicar ao curso?		
ENDEREÇO		
Rua:	Nº:	
Complemento:	Bairro:	
CEP:	Cidade:	UF:
Fone: fixo ()	Celular: ()	
DADOS DE ESCOLARIDADE		
Curso:	Período:	
Descreva sucintamente os motivos que deseja fazer o curso (obrigatório):		

OBS: TODOS OS CAMPOS DEVEM SER PREENCHIDOS.		
TERMO DE COMPROMISSO		
<p>1. Declaro ser aluno regularmente matriculado no IFNMG, Campus Januária e que as informações acima são verdadeiras;</p> <p>2. Declaro-me ciente das obrigações de frequência e assídua participação no curso oferecido;</p> <p>3. Comprometo-me a cumprir a carga horária do referido curso e o período nele estabelecido.</p> <p>4. Comprometo-me a executar todas as atividades e responder a todos os questionários nele desenvolvidos, fazendo jus ao certificado atingindo 75,0% de frequência e cumprindo as exigências adicionais dependendo das especificidades do curso;</p> <p>5. Comprometo-me a participar dos encontros presenciais e interagir com os colegas nos fóruns e chats previstos no curso.</p> <p style="text-align: center;">Januária _____ de abril de 2012</p> <p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;">Assinatura</p>		
ENVIAR A FICHA DE INSCRIÇÃO PREENCHIDA PARA O EMAIL: astronomia.ifnmg@gmail.com		

APÊNDICE E – CADASTRO DO CURSO

 <p>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA NORTE DE MINAS GERAIS</p>	INSTITUTO FEDERAL DO NORTE DE MINAS GERAIS – CAMPUS JANUÁRIA PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO DEPARTAMENTO DE EXTENSÃO E INTEGRAÇÃO INSTITUTO – EMPRESA COORDENAÇÃO DE PROJETOS DE EXTENSÃO
--	--

FORMULÁRIO PARA CADASTRO DE EVENTO

1 – IDENTIFICAÇÃO DO EVENTO	
NOME DO EVENTO: CURSO DE EXTENSÃO EM ASTRONOMIA	Nº DO CADASTRO:

2 – LOCAL DO EVENTO	EXPECTATIVA DE PARTICIPANTES
LABORATÓRIO DE MATEMÁTICA / PLATAFORMA <i>MOODLE</i> DO IFNMG CAMPUS JANUÁRIA	40
2.1 – O EVENTO EMITIRÁ CERTIFICADO?	(X) SIM () NÃO

3 – DURAÇÃO DO EVENTO	
DATA DE INÍCIO: 30 DE ABRIL DE 2012	DATA DE TÉRMINO: 05 DE AGOSTO DE 2012
7.1 TURNO DE REALIZAÇÃO DO EVENTO	() MANHÃ
	() TARDE
	() NOITE
	(X) INTEGRAL

4 – INFORMAÇÕES ADICIONAIS
4.1 – Área do Conhecimento (tabela CNPq) (disponível em: http://www.cnpq.br/areasconhecimento/index.htm): 1.04.00.00-1 Astronomia
4.2 – Grupo de Pesquisa (se houver):
4.3 – Campus do IFNMG onde o evento será realizado: Campus Januária

5 – RESUMO DO EVENTO
<p>O curso tem como objetivo preparar os acadêmicos das Licenciaturas de Física, Matemática e Biologia do Campus Januária para trabalhar com temas relacionados ao Ensino de Astronomia na Educação Básica, por meio do desenvolvimento de novas estratégias e metodologias interdisciplinares que utilizam as tecnologias de informação e comunicação (TIC), atividades práticas e várias ferramentas de interação, com o objetivo de relacionar o Ensino de Astronomia com outras áreas do ensino de Ciências.</p> <p>O Curso de Extensão em Astronomia, oferecido na modalidade semipresencial, com apoio do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) <i>Moodle</i>, desenvolve-se em quatorze semanas, com uma carga horária total de cem horas.</p>

6 – PÚBLICO ALVO DO EVENTO
Acadêmicos das Licenciaturas de Física, Matemática e Ciências Biológicas do Campus Januária.

7 – PALESTRAS MINISTRADAS NO EVENTO		
TÍTULO DA PALESTRA	PALESTRANTE	TURNO DA PALESTRA

8 – MINICURSOS MINISTRADOS NO EVENTO			
NOME DO CURSO	CARGA HORÁRIA	NOME DO INSTRUTOR	TURNO DO MINICURSO
CURSO DE EXTENSÃO EM ASTRONOMIA	100 HORAS	JOSUÉ ANTUNES DE MACÊDO	INTEGRAL

9 – MATERIAL/EQUIPAMENTOS/RECURSOS HUMANOS/INSTALAÇÕES NECESSÁRIOS À EXECUÇÃO DO EVENTO	
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
LABORATÓRIO DE MATEMÁTICA	01
DATA SHOW	01
AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM - MOODLE	01

10 – COORDENAÇÃO DO EVENTO	
NOME DO COORDENADOR: JOSUÉ ANTUNES DE MACÊDO	SETOR DO COORDENADOR/CAMPUS DO IFNMG: CURSOS SUPERIORES / CAMPUS JANUÁRIA

11 – VALOR TOTAL DO EVENTO EM R\$:	00000	
11.1 – INSCRIÇÃO NO EVENTO:	(x) GRATUITA	
	() PAGA	VALOR R\$:

12 – FINANCIAMENTO DO EVENTO		
12.1 – O projeto possui financiamento aprovado?	() SIM	() NÃO
	() Submetido e aguardando aprovação	(x) Conduzido com recursos de outras fontes
	Valor do financiamento: R\$	Data de disponibilidade do recurso:
12.2 - O evento possui bolsa de iniciação científica ou tecnológica?	() SIM	(X) NÃO
	Nº de Bolsas:	Agência Financiadora:
	Classe da Bolsa (BIC, BGCT, BICjr, etc)	

13 – PARCEIROS EXTERNOS		
PARCEIRO	TIPO DE PARCEIRIA	VALOR R\$
TOTAL	-	

14 – IDENTIFICAÇÃO DOS ORGANIZADORES DO EVENTO (PROFESSORES/SERVIDORES E BOLSISTAS)			
Nome	Titulação	Instituição/Campus	Obs:
JOSUÉ ANTUNES DE MACÊDO	MESTRE	IFNMG/CAMPUS JANUÁRIA	

Januária, 30 de abril de 2012.

Coordenador do Projeto	Dirigente de Extensão do Campus	Coordenador de Projetos de Extensão
------------------------	---------------------------------	-------------------------------------

Obs: 1ª via (Coordenador do Projeto), 2ª via (Pró-Reitoria de Extensão) e 3ª via (Dirigente de Extensão do Campus).

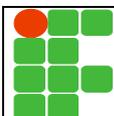
APÊNDICE F – CERTIFICADO DO CURSO

 <p>REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA</p>	 <p>INSTITUTO FEDERAL NORTE DE MINAS GERAIS Campus Januária</p>
<h1>Certificado</h1>	
<p>Certificamos que «Participante» participou do curso de Extensão em Astronomia, sendo aprovado, realizado entre 28/04/2012 e 05/08/2012, ministrado pelo prof. Josué Antunes de Macêdo, no Laboratório de Matemática e na Plataforma Moodle do Instituto Federal Norte de Minas Gerais - IFNMG Campus Januária, perfazendo um total de 100 horas.</p>	
<p>Josué Antunes de Macêdo Coordenação do Evento</p>	<p>Januária/MG, 31 de agosto de 2012.</p>
<p>_____</p>	<p>_____</p>
<p>Titular do Certificado</p>	<p>Diretor da Diretoria de Extensão</p>

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Eventos astronómicos básicos (dia-noite, estações do ano, fases da Lua, eclipses);
- Conceitos elementares de Astronomia de posição;
- Modelos cosmológicos;
- Referenciais e sistemas referenciais;
- Conceitos em geofísica (características e métodos de estudo do planeta Terra);
- Sistema Solar e sua formação;
- Óptica em Astronomia: propriedades da luz, espectros de emissão e absorção da luz;
- Características e métodos de estudo das estrelas;
- Características e métodos de estudo do Sol;
- Evolução estelar;
- Características da Via Láctea;
- Galáxias.

APÊNDICE G – PRIMEIRA AVALIAÇÃO



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO NORTE DE MINAS GERAIS
CAMPUS JANUÁRIA

CURSO DE EXTENSÃO EM ASTRONOMIA

Aluno(a): _____

PRIMEIRA PROVA

1. A Terra não cai por que...

- a) Está presa à sua órbita, pelas leis de Kepler.
- b) A Terra está caindo continuamente em direção ao Sol, mas nunca chega por causa da força centrífuga que equilibra a gravidade, de modo que a resultante de forças é nula.
- c) Têm uma velocidade tangencial e uma força central, condições para um movimento elíptico.**
- d) A Terra tem uma velocidade em sentido oposto à força gravitacional entre ela e o Sol.

2. Quanto ao movimento diário das estrelas,

- a) A direção do movimento diário das estrelas nos permite inferir em que sentido a Terra está rotacionando.**
- b) As estrelas não se movem diariamente, apenas mudam de posição durante o ano, devido à translação da Terra.
- c) As estrelas que durante a noite estão no céu do hemisfério Sul, durante o dia estarão no céu do hemisfério Norte.
- d) As estrelas circumpolares não se movem, as demais estrelas fazem movimento de leste para oeste.

3. Os planetas do Sistema Solar que podem ser vistos a olho nu são os seguintes:

- a) Somente Mercúrio e Vênus.
- b) Somente Mercúrio, Saturno, Júpiter, Vênus e Marte.**
- c) Somente Mercúrio, Júpiter, Vênus e Marte.
- d) Somente Marte e Júpiter

4. Qual das alternativas abaixo é correta quanto à observação de Vênus:

- a) É melhor observado quando está em quadratura em relação ao Sol, isto é: quando o ângulo entre Vênus e o Sol for de 90 graus.
 b) Só pode ser visto com o auxílio de telescópios.
 c) É melhor observado quando está em oposição ao Sol.
d) Só pode ser visto poucas horas antes ou depois do pôr-do-Sol.

5. A Lua tem uma fase (ou aparência) a cada noite, que é justamente a parte dela que é iluminada pelo Sol e visível a partir da Terra. A causa para esta mudança diária da aparência da Lua é:

- a) a sombra da Terra sobre a Lua.
b) a combinação entre a translação da Lua ao redor da Terra e da Terra ao redor do Sol
 c) a translação da Lua ao redor da Terra.
 d) a sombra do Sol sobre a Lua.

6. Sobre a Terra, assinale as afirmações abaixo como verdadeira (V) ou falsa (F).

	Questão	V	F
a)	A Terra é um geoide, ou seja, aproximadamente esférica.	X	
b)	Vivemos sobre sua superfície, a crosta, que é uma camada sólida. Abaixo da crosta, existe o manto, e na região mais interna do planeta, o núcleo.	X	
c)	A crosta é dinâmica, sofrendo mudanças ao longo do tempo, ocasionando, por exemplo, a deriva dos continentes.	X	
d)	Sabemos da estrutura da Terra através de ondas sísmicas, as quais apresentam velocidades de propagação diferentes, dependendo das propriedades físicas do material [que atravessam].	X	
e)	A Terra possui um campo magnético, aproximadamente dipolar, cujos polos se encontram próximos aos polos geográficos.	X	
f)	A crosta da Terra é aquecida, por meios naturais, exclusivamente pela energia proveniente do Sol.		X
g)	Evidências atuais sugerem que a Terra seja um planeta jovem, formado a alguns milhares (ou poucos milhões) de anos.		X

7. As constelações...

- a) Foram todas catalogadas pelos gregos antigos.
b) São apenas 88, sem possibilidade desse número aumentar e serem descobertas novas constelações, no futuro.
 c) não possuem nenhum propósito para a Astronomia.
 d) São definidas atualmente como grupamentos de estrelas.

Seria mais conveniente reescrever a alternativa b desta questão para:

b) São apenas 88, definidas por uma convenção da União Astronômica Internacional.

8. Sobre os planetas do Sistema Solar, todas as afirmações abaixo são verdadeiras, exceto:

- a) Mercúrio e Vênus, por possuírem órbitas internas à terrestre, são vistos sempre próximos ao Sol, portanto devemos observá-los bem no início da noite ou um pouco antes do amanhecer.
- b) Marte pode ser facilmente reconhecido a olho nu por sua cor avermelhada.
- c) Saturno, por ser o planeta do Sistema Solar mais próximo da Terra, que é visível a olho nu, aparece como uma estrela de primeira magnitude, com coloração amarelo-alaranjada.**
- d) Urano e Netuno, por exibirem brilho muito fraco, só é visível somente através de binóculos ou telescópios.

Seria mais conveniente reescrever a alternativa d desta questão para:

- d) 'Netuno, por exibir brilho muito fraco, só é visível somente através de binóculos ou telescópios.', pois o planeta Urano pode ser visto a olho nu, em que as condições mais favoráveis são: (i) Urano deve estar no perigeu de sua órbita ao redor do Sol, estando mais próximo da Terra; (ii) Urano deve estar em oposição ao Sol, devendo estar visível no céu durante toda a noite, se o clima permitir.

9. Para que ocorra um eclipse solar anular devemos ter todas as condições abaixo, exceto:

- a) O Sol a Lua e a Terra devem estar próximos da linha dos nodos;
- b) No alinhamento a Lua deve estar no apogeu de sua órbita em torno da Terra (a Lua se afasta ao máximo da Terra);
- c) No alinhamento a Lua deve estar próxima do perigeu de sua órbita em torno da Terra (a Lua se aproxima ao máximo da Terra);**
- d) A Lua deve estar na fase de Lua Nova.

10. O que são estrelas circumpolares?

São estrelas sempre visíveis no céu noturno, pois não exibem o fenômeno de nascer e ocaso e conseqüentemente estão sempre acima do horizonte. As estrelas circumpolares podem ser vistas no céu durante o ano todo.

11. Qual o fenômeno que causa o dia e a noite?

O fenômeno que causa o dia e a noite é a rotação [da Terra]. Ela gira como se fosse um pião, sobre um eixo imaginário, chamado de "eixo da Terra" e demora aproximadamente 24 horas para completar uma volta.

12. Em que fase lunar ocorre as marés mais altas? E as mais baixas?

Tanto as marés mais altas quanto as mais baixas, ocorrem nas fases de Lua Nova e Cheia.

13. Que fenômenos combinados causam as estações do ano?

As estações do ano são causadas pela inclinação do eixo da Terra, que é de aproximadamente $23,5^\circ$ em relação à perpendicular ao plano de sua órbita e aponta para uma mesma direção do espaço. A inclinação no eixo de rotação terrestre garante que, em determinadas épocas do ano, um dos hemisférios sempre recebe mais luz solar durante o período de rotação de aproximadamente 24 horas, enquanto que no outro, ocorre justamente o inverso.

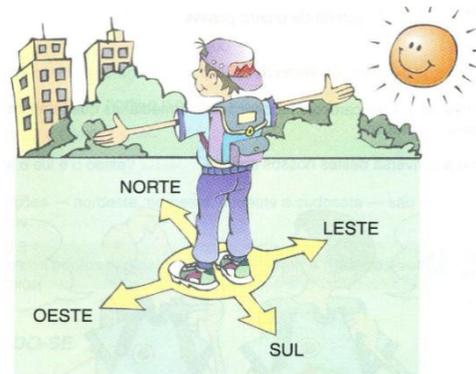
14. a) Em qual fase da Lua pode ocorrer o eclipse solar?

Na fase de Lua Nova, porque a Lua estará entre a Terra e o Sol.

b) Em qual fase da Lua pode ocorrer o eclipse lunar?

Na fase de Lua cheia, porque a Terra estará entre a Lua e o Sol.

- 15. (a) O método prático e simples para encontrar os pontos cardeais de abrir os braços (braço direito aponta para o Leste, o esquerdo para o Oeste, em sua frente está o Norte e atrás, o Sul), conforme mostrado na figura é eficiente e preciso em todos os dias do ano? (b) Porque sim/porque não? (c) Existe algum dia do ano que ele funciona? (d) Qual(is)**



- a) Não é preciso nem eficiente.
 b) Porque o Sol não nasce no mesmo local todos os dias do ano.
 c) Existe sim, pois o Sol nasce no Leste e se põe no Oeste apenas duas vezes no ano.
 d) Nos equinócios de primavera (20 ou 21 de março) e no de verão (22 ou 23 de setembro) [aproximadamente].

APÊNDICE H – AUTORIZAÇÃO

Autorização de uso de informações para pesquisa

Eu, _____
autorizo a utilização, para a pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática, especialmente para a Tese de Doutorado de Josué Antunes de Macêdo, realizada na Universidade Cruzeiro do Sul, e em outras publicações advindas dessa pesquisa, de minha imagem pessoal, enunciados escritos ou orais, formulados por mim no Curso de Extensão em Astronomia, realizado no período compreendido entre os meses de abril e julho de 2012, tendo assegurado que minha identidade será preservada em quaisquer comunicações advindas dessa pesquisa.

Januária, 16 de maio de 2012.

Assinatura

APÊNDICE I – NOTAS DOS ALUNOS CONCLUINTES DO CURSO

Aluno(a)	Atividades no AVA 50 pontos	Provas Presenciais 50 pontos	Total Geral 100 pontos	Frequência
A01	33,3	46,0	79,3	99,0%
A02	33,7	39,0	72,7	91,0%
A03	38,1	34,0	72,1	90,0%
A04	44,0	27,0	71,0	89,0%
A05	42,3	35,0	77,3	97,0%
A06	30,0	30,0	60,0	85,0%
A07	42,7	39,0	81,7	100,0%
A08	38,5	30,0	68,5	86,0%
A09	41,2	43,0	84,2	100,0%
A10	35,7	31,0	66,7	83,0%
A11	38,9	42,0	80,9	100,0%
A12	30,0	30,0	60,0	78,0%
A13	30,8	32,0	62,8	78,0%
A14	30,0	30,0	60,0	75,0%
A15	30,0	30,0	60,0	75,0%
A16	33,8	29,0	62,8	78,0%
A17	33,6	32,0	65,6	82,0%
A18	43,0	37,0	80,0	100,0%
A19	30,0	30,0	60,0	80,0%
A20	41,1	38,0	79,1	99,0%
A21	30,0	30,0	60,0	79,0%
A22	21,6	38,4	60,0	82,0%
A23	23,0	37,0	60,0	77,0%
A24	44,2	38,0	82,2	100,0%
A25	32,3	32,0	64,3	80,0%
A26	27,0	33,0	60,0	83,0%
A27	28,2	42,0	70,2	88,0%
A28	38,3	43,0	81,3	100,0%
A29	39,7	37,0	76,7	96,0%
A30	38,3	39,0	77,3	97,0%
A31	31,1	30,0	61,1	75,0%
A32	45,1	35,0	80,1	100,0%

Resumo Estatístico das notas	
Média	69,9
Mediana	69,3
Moda	60,0
Desvio padrão	8,8
Variância da amostra	78,0
Curtose	-1,6
Assimetria	0,2

As provas foram realizadas individualmente.

Observação: A frequência foi aferida através da presença nos encontros presenciais, bem como pela participação nas atividades semanais do AVA e computadas em relação à carga horária total do curso que são 100 horas.

ANEXO A – SISTEMA PLANETÁRIO DO SOL EM ESCALA DE DISTÂNCIA

Atividade experimental⁵⁶: Comparação em escala de distância entre os planetas e Sol.

SISTEMA SOLAR

Quando os livros abordam o tema "Sistema Solar", geralmente trazem uma figura esquemática do mesmo. Esta figura, normalmente é constituída pelo Sol e planetas, sendo que não estão em escala os diâmetros do Sol e dos planetas e nem tão pouco as distâncias dos planetas ao Sol e não há nenhuma referência nos textos para esse fato. Apesar de não estarem em escalas, os planetas maiores são representados por círculos grandes e os planetas menores por círculos pequenos, mas tão fora de escala que a Terra parece ser a metade de Júpiter e este, 3 ou 4 vezes menor que o Sol. Um procedimento experimental para resolver este problema será apresentado num outro experimento. Outro problema dos livros didáticos é sobre as distâncias dos planetas ao Sol. Estas figuras nunca obedecem a uma escala para as distâncias. A figura passa a noção errada de que os planetas estão equidistantes uns dos outros. Quando o livro tenta ser mais claro ele coloca uma tabela com as distâncias ao Sol. São números enormes, sendo que ninguém consegue imaginar tais distâncias, e eles não conseguem dar nenhuma noção, aproximada que seja da distribuição dos planetas ao redor do Sol. É objetivo de este trabalho oferecer uma solução simples para este problema.

Damos, a seguir, uma sugestão de como resolver o problema da visualização das distâncias médias dos planetas ao Sol.

As distâncias dos planetas ao Sol:

Para darmos uma ideia correta das distâncias médias dos planetas ao Sol, sugerimos que sejam reduzidas as distâncias médias, dos planetas ao Sol, através de uma escala. Por exemplo, se adotamos a escala de 10 milhões de quilômetros para cada 1 cm de papel, teremos Mercúrio a 5,8 cm do Sol, pois sua distância média ao Sol é de 58 milhões de quilômetros; Vênus estaria a 10,8 cm do Sol, pois sua distância média é de 108 milhões de quilômetros, e assim para os demais planetas.

Desenvolvemos esta atividade com os alunos da seguinte maneira: providenciamos tiras de papel, com largura de, aproximadamente, 7 cm e comprimento de 6 m. Desenhamos uma bolinha (com 5 ou 10 mm de diâmetro) numa das extremidades da tira para representar o Sol, a partir dessa bolinha desenhamos outra (com 5 ou 10 mm de diâmetro) a 5,8 cm para representar

⁵⁶ Atividade experimental disponível em: <<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=225&VISUALIZACAO+DAS+DISTANCIAS+MEDIAS+DOS+PLANETAS+A+O+SOL>>. Acesso em: 2 set. 2014.

Mercúrio, Vênus estaria a 10,8 cm do Sol, a Terra fica a 15,0 cm do Sol, Marte fica a 22,8 cm, Júpiter a 77,8 cm, Saturno a 143,0 cm, Urano a 287,0 cm, Netuno a 450,0 cm e, finalmente, Plutão (o planeta anão) a 590,0 cm do Sol (todas as distâncias são em relação ao Sol (primeira bolinha)). Colocamos o nome do Sol e de cada planeta sobre cada bolinha. Esticamos a tira e teremos uma visão exata da distribuição das distâncias médias dos planetas ao Sol.

Esta é uma atividade que o aluno pode fazer em casa ou em sala aula e, é claro, a tira fica com ele, para que possa mostrá-la aos familiares e amigos.

Só mesmo fazendo a tira toda para percebermos como os planetas mais distantes estão incrivelmente mais distantes do Sol, do que os planetas Mercúrio, Vênus, Terra e Marte.

Materiais necessários

- 1 Bobina de Máquina;
- 1 Lapiseira;
- 1 Régua de 30 cm.



Desenho do Sol

Nessa figura desenhamos o Sol na borda esquerda da tira de papel.



Fazendo o desenho da primeira bolinha, o Sol

Desenho de Mercúrio

Mercúrio está a 58 milhões de quilômetros do Sol, logo, na escala usada está a 5,8 cm do Sol.



Desenhando Mercúrio a 5,8 cm do Sol

Desenho de Vênus

Para facilitar a determinação da posição do próximo planeta, Vênus, calculamos a sua distância em relação a Mercúrio. A seguir desenhe Vênus a 5,0 cm de Mercúrio.

10,8 cm	Sol – Vênus
- 5,8 cm	Sol – Mercúrio
<hr/>	
5,0 cm	Mercúrio – Vênus

Cálculo da distância de Mercúrio a Vênus.

Desenho da Terra

Calcule a distância da Terra relativa a Vênus. Coloque a régua em Vênus e desenhe a marcação da Terra a 4,2cm. Faça um círculo para representar a Terra.

15,0 cm	Sol – Terra
- 10,8 cm	Sol – Vênus
<hr/>	
4,2 cm	Vênus – Terra

Cálculo da distância de Vênus a Terra

Desenho de Marte

Cálculo da distância da Terra para Marte. Desenhando Marte a 7,8 cm da Terra

22,8 cm	Sol – Marte
- 15,0 cm	Sol – Terra
<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/>	
7,8 cm	Terra – Marte

Cálculo da distância da Terra para Marte

Desenho de Júpiter

Calcule a distância de Marte a Júpiter. A seguir desenhe Júpiter a 55,0 cm da Terra.

77,8 cm	Sol – Júpiter
- 22,8 cm	Sol – Marte
<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/>	
55,0 cm	Marte – Júpiter

Cálculo da distância de Júpiter a Marte

Desenho de Saturno

Calcule a distância de Saturno a Júpiter. A seguir desenhe Saturno a 65,2 cm de Júpiter.

143,0 cm	Sol – Saturno
- 77,8 cm	Sol – Júpiter
<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/>	
65,2 cm	Saturno – Júpiter

Cálculo da distância de Júpiter para Saturno

Desenho de Urano

Calcule a distância de Saturno a Urano. A seguir desenhe Urano a 144,0 cm de Saturno.

287,0 cm	Sol – Urano
- 143,0 cm	Sol – Saturno
<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/>	
144,0 cm	Saturno – Urano

Calculando a distância de Saturno até Urano

Desenho de Netuno

Calcule a distância de Netuno a Urano. A seguir desenhe Netuno a 163,0 cm de Urano.

450,0 cm	Sol – Netuno
- 287,0 cm	Sol – Urano
163,0 cm	Urano – Netuno

Cálculo da distância de Urano até Netuno.

Desenho de Plutão, o planeta anão e último da nossa lista.

Calcule a distância de Netuno a Plutão. A seguir desenhe Plutão a 140,0 cm de Netuno.

590,0 cm	Sol – Plutão
- 450,0 cm	Sol – Netuno
140,0 cm	Netuno - Plutão

Cálculo da distância de Netuno até Plutão, o planeta anão

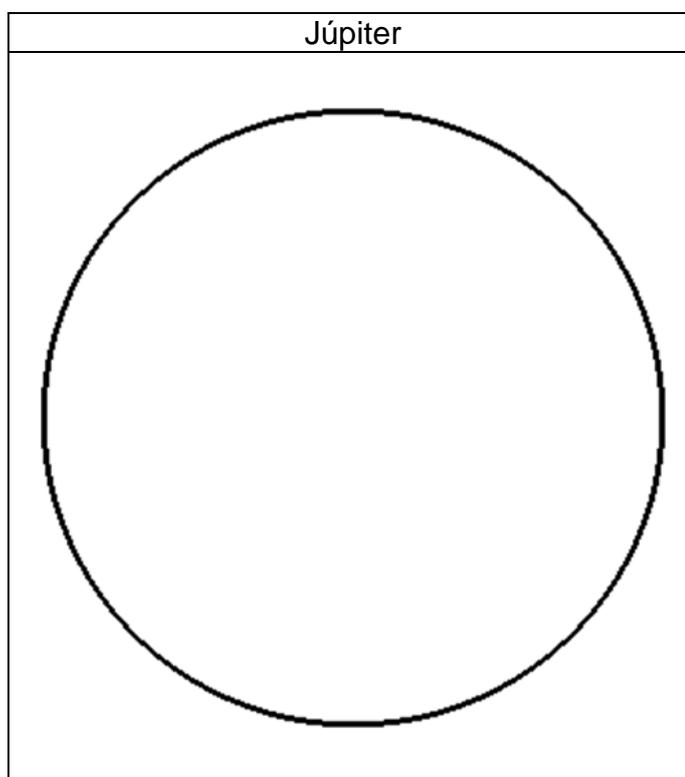
ANEXO B – SISTEMA PLANETÁRIO DO SOL EM ESCALA DE TAMANHO

Atividade experimental⁵⁷: Comparação em escala de tamanho entre os planetas, Lua, Plutão e Sol.

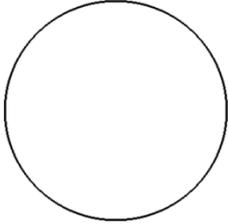
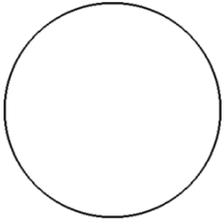
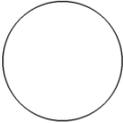
Escala utilizada: 1.740 km para cada 1 mm.

Nesta escala o diâmetro do Sol terá 80 cm de diâmetro.

Mercúrio	Vênus	Terra	Lua	Marte
○	○	○	○	○



⁵⁷ Atividade experimental disponível em: <<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=222&COMPARACAO+ENTRE+O+TAMANHO+DOS+PLANETAS+E+O+SO L#tophttp://pontociencia.org.br/gerarpdf/index.php?experiencia=222>>. Acesso em: 2 set. 2014.

Urano	Netuno	Plutão (planeta anão)
		

ANEXO C – MATERIAL PARA CONSTRUÇÃO DA LUNETETA

1. O Kit (lentes, feltros e arruelas) é fabricado pela empresa OPTOVAC <http://www.optovac.com.br/>

2. A Luneta

Quantidade	Descrição	Imagem
01	Luva Tigre PVC Marrom Lisa/Lisa (LL) 32 mm X 32 mm	
48 cm	Tubo Tigre PVC Marrom 32 mm	
36 cm	Tubo Tigre PVC Marrom 25 mm	
01	Luva Tigre PVC Marrom Lisa/Rosca Interna (LR) 25 mm X $\left(\frac{1}{2}\right)'$ (meia polegada)	
01	Adaptador PVC Marrom Curto Tigre Liso/Rosca Externa (LR) 20 mm X $\left(\frac{1}{2}\right)'$ (meia polegada)	

Obs.: Os vendedores de lojas de material de construção costumam dizer que o tubo de 32 mm é de uma polegada (isto é apenas gíria de venda).

3. O Suporte (opcional)

Quantidade	Descrição	Imagem
01	Abraçadeira de 1' (polegada) usada para tubo de fiação de externa	
02	Cantoneiras pequenas para prateleiras (4cm de lado)	
04	Conjunto de borboletas e parafusos compatíveis com os furos das cantoneiras.	
01	Garrafa PET com tampa	

Obs.: O suporte poderá ser construído de acordo com a criatividade de cada um, pois servirá de base para fixar a luneta. O mesmo é de extrema importância, já que a luneta não pode sofrer perturbações, visando melhor observação da Lua.

ANEXO D – PERMISSÃO DE USO DE IMAGEM

Anthony Ayiomamitis permitiu o uso da imagem do Analema do Sol, contido na Figura 20, nesta tese pelo *e-mail mostrado abaixo*.



Josué Antunes de Macêdo <josueama@gmail.com>

Astrophoto Request

Anthony Ayiomamitis <anthony@perseus.gr>
 Para: Josué Antunes de Macêdo <josueama@gmail.com>

17 de outubro de 2013 16:21

Dear Josué,

Thanks for your email. No question you have my support in what you are doing and, to this end, please use the analemma image of interest in te manner your describe below.

Best wishes from Greece.

Anthony.

Στις 10/17/2013 22:09, ο/η Josué Antunes de Macêdo έγραψε:

Dear Dr. Anthony Ayiomamitis,

I am graduate student at Southem Cross University in São Paulo (Brazil) (Universidade Cruzeiro do Sul). I am by developing a doctoral thesis on astronomy teaching. The thesis consisting of activities to teach astronomy using computer simulations. The thesis will be freely distributed to other teachers that might be interested to use these activities with their students.

My work is about astronomy, to illustrate, I would like to use an image of "Analemma Olympean with the Temple of Zeus (132 AD)"

Thus we would like include your image "Analemma with the Temple of Olympean Zeus (132 AD) URL: <http://www.perseus.gr/Astro-Solar-Analemma-100000.htm>", in the thesis. Understand that i need your written approval in order to do so, that's why I'm writing.

Would like to ask you permission to use a image of the analemma.

Thanks for your attention.

Sincerely,

Josué Antunes de Macêdo
 Universidade Cruzeiro do Sul
 São Paulo - Brasil