

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Instituto de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissional em Ensino de Física

**UMA PROPOSTA PARA TRABALHAR CONCEITOS
DE ASTRONOMIA COM ALUNOS CONCLUINTES DO
CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA
MODALIDADE NORMAL**

Luiz Marcelo Darroz

Porto Alegre

2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Instituto de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissional em Ensino de Física

**UMA PROPOSTA PARA TRABALHAR CONCEITOS
DE ASTRONOMIA COM ALUNOS CONCLUINTES DO
CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA
MODALIDADE NORMAL**

Luiz Marcelo Darroz

Dissertação realizada sob orientação da Dr^a. Flávia Maria Teixeira dos Santos e co-orientação da Dr^a. Maria de Fátima Oliveira Saraiva apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial aos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Porto Alegre

2010

*À minha esposa Giovandra, ao meu filho Leonardo
que está chegando e aos meus pais
Altamir e Metilde.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço à professora Dra. Flávia Maria Teixeira dos Santos, minha orientadora pela competência, pela paciência, pelo empenho dedicado durante esse tempo que me acompanhou na elaboração deste trabalho e, principalmente, pela relação de amizade que sempre pontuou em nosso trabalho.

Agradeço à professora Dra. Maria de Fátima Oliveira Saraiva, minha co-orientadora, pelas sugestões, correções e pela contribuição em minha formação ao longo do mestrado.

Agradeço à direção do Instituto Menino Deus, por todas as vezes que me liberou para aplicação do projeto desta proposta.

Agradeço à direção do Colégio Notre Dame, por todas as vezes que me liberou para frequentar as disciplinas do mestrado.

Agradeço aos meus colegas professores da Universidade de Passo Fundo, pelo incentivo, apoio e horas que dispuseram para me ajudar na aplicação do projeto.

Agradeço a todos os professores do Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFRGS pelo aprendizado adquirido durante todo o curso.

Finalmente, agradeço aos alunos do sétimo semestre do curso de formação de professores na modalidade Normal da EENAV, pelo empenho e dedicação que apresentaram ao desenvolver todas as atividades desta proposta.

SUMÁRIO

LISTA DE ANEXOS.....	6
LISTA DE APÊNDICES	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	11
RESUMO	12
ABSTRACT	13
1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa do tema escolhido e objetivo do trabalho.....	14
1.2 O contexto de realização da proposta didática.....	16
1.2.1 O curso de Licenciatura em Física da Universidade de Passo Fundo e o curso Normal da Escola de Educação Básica Nicolau de Araújo Vergueiro.....	16
1.3 Contextos teóricos da proposta	20
2 REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO.....	27
2.1 A Teoria da Aprendizagem Significativa	27
2.2 Metodologia	31
2.2.1 Levantamento preliminar de dados	32
2.2.2 O planejamento do curso e a elaboração do material	36
2.2.3 Critérios estabelecidos para a análise dos instrumentos avaliativos utilizados durante os encontros.....	38
3 APLICAÇÃO DA PROPOSTA	41
3.1 Caracterização do grupo com o qual foi desenvolvida a proposta	42
3.2 Os encontros.....	43
3.2.1 Encontro I.....	43
3.2.2. Encontro II	45
3.2.3 Encontro III.....	49
3.2.4 Encontro IV.....	54
3.2.5 Encontro V	55
3.2.6 Encontro VI.....	58
3.2.7 Encontro VII.....	62
3.2.8 Encontro VIII	64
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	65
4.1 Apresentação e discussão dos resultados obtidos nos encontros	65

4.1.1 Análise dos dados obtidos no questionário de levantamento de informações aplicado no encontro I.....	65
4.1.2 Análise dos mapas conceituais construídos no encontro II	69
4.1.3 Análise das memórias construídas no encontro III.....	73
4.1.4 Análise dos dados obtidos no questionário de levantamento de informações aplicado no encontro IV	75
4.1.5 Análise dos comentários feitos pelos estudantes no encontro V.....	78
4.1.6 Análise dos esboços feitos pelos estudantes no encontro VI.....	80
4.1.7 Análise dos dados obtidos no questionário avaliativo do encontro VII.....	91
4.1.8 Apresentação e discussão dos resultados obtidos no questionário de avaliação do curso	93
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....	99
REFERÊNCIAS.....	102
APÊNDICES	106
Apêndice A – Questionário aplicado a estudantes do sétimo semestre do curso Normal da Escola Estadual de Educação Básica Nicolau de Araújo Vergueiro	107
Apêndice B – Ficha de inscrição para o curso “Astronomia: conceitos iniciais”	109
Apêndice C – Texto de Apoio	110
Apêndice D – Slides que apresentam imagens das formas de galáxias	150
Apêndice E – Slides utilizados no encontro II.....	152
Apêndice F – Slides sobre o Sol utilizados no encontro IV.....	159
Apêndice G – Slides de alguns corpos do Sistema Solar utilizados no encontro V.....	164
Apêndice H – Slides sobre assuntos referentes à Lua.....	170
Apêndice I – Questionário de levantamento de informações aplicado no encontro I.....	175
Apêndice J – Questionário para levantamento de dados aplicado no encontro IV.....	176
Apêndice K – Questionário de levantamento de informações aplicado no término do encontro VII.....	177
Apêndice L – Questionário Final.....	179
Apêndice M – Lista de exercícios sobre distâncias no espaço sideral: ano-luz	181
Apêndice N – Guia de utilização do <i>software</i> STELLARIUM.....	183
Apêndice O – Roteiro para a construção da maquete	186
Apêndice P – Roteiro para a construção do objeto de ensino que simula os movimentos do planeta Terra.....	189
ANEXOS.....	192
Anexo A – Termo de consentimento informado	193
Anexo B – Produto educacional originado a partir da experiência didática descrita nesta dissertação	195

LISTA DE ANEXOS

Anexo A – Termo de consentimento informado.....	193
Anexo B – Produto Educacional gerado a partir da experiência didática.....	195

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – Questionário aplicado a estudantes do sétimo semestre do curso Normal da Escola Estadual de Educação Básica Nicolau de Araújo Vergueiro.....	107
Apêndice B – Ficha de inscrição para o curso “Astronomia: conceitos iniciais”.....	109
Apêndice C – Texto de Apoio.....	110
Apêndice D – Slides que apresentam imagens das formas de galáxia.....	150
Apêndice E – Slides utilizados no encontro II.....	152
Apêndice F – Slides sobre o Sol utilizados no encontro IV.....	159
Apêndice G – Slides de alguns corpos do Sistema Solar utilizado no encontro V.....	164
Apêndice H – Slides sobre assuntos referentes à Lua.....	170
Apêndice I – Questionário de levantamento de informações aplicado no encontro I.....	175
Apêndice J – questionário para levantamento de dados aplicado no encontro IV.....	176
Apêndice K – Questionário de levantamento de informações aplicado no término do encontro VII.....	177
Apêndice L – Questionário Final.....	179
Apêndice M – Lista de exercícios sobre distâncias no espaço sideral: ano-luz.....	181
Apêndice N – Guia de utilização do software STELLARIUM.....	183
Apêndice O – Roteiro para a construção da maquete.....	186
Apêndice P – Roteiro para a construção do objeto de ensino que simula os movimentos do planeta Terra.....	189

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Foto do monumento da “Árvore das Letras”, Praça Armando Sbeghen – Passo Fundo, RS.....	16
Figura 2 – Foto da entrada da Universidade de Passo Fundo – UPF.....	17
Figura 3 – Foto de um dos laboratórios de Física do ICEG.....	18
Figura 4 – Foto da fachada da EENAV.....	19
Figura 5 – Gráfico da opinião dos estudantes quanto a disciplina de Física.....	34
Figura 6 – Gráfico do número de estudantes que informaram ter curiosidade em assuntos referentes à Astronomia.....	35
Figura 7 – Gráfico do número de estudantes que informam sentirem-se preparados para trabalhar conteúdos de Astronomia em sua futura profissão.....	35
Figura 8 – Gráfico do número de estudantes que gostariam de frequentar o curso de <i>Astronomia: conceitos iniciais</i>	36
Figura 9 – Distribuição do número de estudantes em função da idade.....	42
Figura 10 – Foto do painel construído com os conhecimentos prévios dos estudantes.....	46
Figura 11 – Foto dos estudantes discutindo os assuntos para a construção de seu mapa conceitual.....	47
Figura 12 – Mapa conceitual inicial construído pelo grupo 1.....	48
Figura 13 – Mapa conceitual inicial construído pelo grupo 2.....	48
Figura 14 – Mapa conceitual inicial construído pelo grupo 3.....	49
Figura 15 – Foto do arco onde foi projetada a imagem do céu noturno da cidade de Passo Fundo, RS.....	50
Figura 16 – Foto de um dos computadores e projetores usados na projeção.....	51
Figura 17 – Foto da projeção do céu noturno da cidade de Passo Fundo obtido através do software STELLARIUM.....	51
Figura 18 – Foto dos estudantes participando da visualização da projeção do céu noturno de Passo Fundo em uma noite escura e sem nuvens.....	53
Figura 19 – Foto dos estudantes durante a projeção do céu noturno de Passo Fundo	53
Figura 20 – Foto dos estudantes construindo o suporte que representaria o Sol.....	57
Figura 21 – Foto dos estudantes colorindo as esferas que representaria os planetas.....	57
Figura 22 – Foto da maquete construída.....	58
Figura 23 – Foto do objeto de ensino construído pelos estudantes.....	59

Figura 24 – Desenho que representa os movimentos terrestres feito por um dos estudantes.....	61
Figura 25 – Gráfico da questão 1 do questionário inicial de levantamento de dados.....	66
Figura 26 – Gráfico da questão 1 do questionário final de levantamento de dados.....	67
Figura 27 – Gráfico comparativo entre os escores obtidos na questão 2 do questionário inicial e final.....	68
Figura 28 – Gráfico da questão 4 do questionário inicial.....	68
Figura 29 – Mapa conceitual final construído pelo grupo 1.....	71
Figura 30 – Mapa conceitual final construído pelo grupo 2.....	72
Figura 31 – Mapa conceitual final construído pelo grupo 3.....	72
Figura 32 – Quadro com trechos das memórias do encontro III reunidos no grupo 1.....	73
Figura 33 - Quadro com trechos das memórias do encontro III reunidos no grupo 2.....	74
Figura 34 – Gráfico comparativo entre os escores iniciais e finais da questão 1.....	75
Figura 35 – Gráfico comparativo entre os escores iniciais e finais da questão 2.....	76
Figura 36 – Gráfico dos escores obtidos nas questões 4, 5, 6, 7 e 8 do questionário inicial de levantamento de informações.....	77
Figura 37 – Gráfico dos escores obtidos nas questões 4, 5, 6, 7 e 8 do questionário final de levantamento de informações.....	78
Figura 38 – Quadro com trechos dos comentários dos estudantes.....	79
Figura 39 – Quadro com outros trechos dos comentários dos estudantes.....	80
Figura 40 – Quadro com um esboço do movimento de rotação terrestre	82
Figura 41 – Quadro com outros esboços do movimento de rotação terrestre	83
Figura 42 – Quadro com mais esboços do movimento de rotação terrestre	84
Figura 43 – Quadro com outros esboços do movimento de rotação terrestre	85
Figura 44 – Quadro com um esboço do movimento de rotação terrestre	86
Figura 45 – Quadro com esboços do movimento de translação terrestre	87
Figura 46 – Quadro com outros esboços do movimento de translação terrestre	88
Figura 47 – Quadro com outros esboços do movimento de translação terrestre.....	89
Figura 48 – Quadro com outros esboços do movimento de translação terrestre	90
Figura 49 – Gráfico dos escores obtidos em cada questão do questionário avaliativo do sétimo encontro.....	91
Figura 50 – Representação de eclipses solares e lunares feitos pelo aluno 5.....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Assuntos discutidos em cada encontro do curso <i>Astronomia: conceitos iniciais</i>	41
Tabela 2 – Escore atribuído a cada resposta dada às questões do questionário inicial e final.....	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBEF: Caderno Brasileiro de Ensino de Física

EENAV: Escola Estadual de Educação Básica Nicolau de Araújo Vergueiro

ICEG: Instituto de Ciências Exatas e Geociências

LDBEN: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MPEF: Mestrado Profissional em Ensino de Física

PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais

RBEF: Revista Brasileira de Ensino de Física

RS: Rio Grande do Sul

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UPF: Universidade de Passo Fundo

WWW: World Wide Web

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi o de investigar o processo de elaboração e de desenvolvimento de uma proposta didática sobre conceitos básicos de Astronomia, fundamentada teoricamente na Aprendizagem Significativa. A proposta didática foi aplicada, em forma de um curso de extensão, a um grupo de 13 estudantes concluintes do curso de formação de professores na modalidade Normal de uma escola pública da cidade de Passo Fundo, RS. O foco do trabalho foi o ensino de conceitos básicos de Astronomia e a escolha deste tema se deu por entendermos que ele é altamente motivador e capaz de permitir o estabelecimento de conexões com diversos conceitos físicos, além de fazer parte do rol de conteúdos que devem ser abordados na Educação Básica. A base teórica deste trabalho foi, fundamentalmente, a teoria da Aprendizagem Significativa desenvolvida por David Ausubel. Buscamos desenvolver a metodologia de ensino com abordagem de conceitos básicos de Astronomia a partir dos *subsunçores* presentes na estrutura cognitiva dos estudantes. As atividades elaboradas focaram momentos pedagógicos que objetivaram tornar o tema significativo e relevante para o estudante, permitindo que eles se sentissem seguros em abordá-los durante suas futuras atuações profissionais. Os indícios da aprendizagem significativa foram obtidos por meio de diversos instrumentos de pesquisa e avaliação, dos quais destacamos os mapas conceituais e a representação dos conteúdos estudados, em que os estudantes precisaram transpor os assuntos abordados em novos contextos. Nesses instrumentos os estudantes apresentaram um índice de aproveitamento satisfatório. Os resultados dessa implementação também apontaram que o assunto é reconhecido pelos estudantes como potencialmente significativo e que os conhecimentos prévios presentes em suas estruturas cognitivas se apresentam de forma conceitualmente equivocados ou incompletos. O questionário de avaliação da proposta didática, aplicada ao final da experiência, parece mostrar a aprovação dos estudantes em relação a metodologia empregada, indicando que o material apresentado e a metodologia desenvolvida e utilizada foram fundamentais para o bom desempenho dos estudantes no projeto e para a aprendizagem significativa promovida.

Palavras-chave: Astronomia. Ensino de Física. Ensino de Ciências. Primeiros anos do Ensino Fundamental. Curso de Formação Normal. Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

The aim of this paper was to investigate the process of drawing up and developing a didactic proposal about basic concepts of astronomy founded theoretically on Meaningful Learning. The didactic proposal has been applied, in the way of an public outreach course, to a group of students that were finishing the course of teachers' education in the Normal mode at a public school at the town of Passo Fundo, RS. The work has been focused on the teaching of basic concepts of astronomy, and we chose this theme because we consider this fact as highly motivating, and it enables the connection to several physical concepts, besides being a part of the roll of contents that must be approached at the Basic Education. The theoretical part of this paper was fundamentally the theory of Meaningful Learning which was developed by David Ausubel. We sought to develop the teaching methodology with the approach of basic concepts of astronomy following from *subsumers* which are present in the students' cognitive structure. The drawn up activities were pedagogical moments which aimed at rendering the theme meaningful and relevant to the students so that they would feel secure in approaching it in their future professional activities. The signs of meaningful learning have been obtained by means of several instruments of research and evaluation among which we point out the conceptual maps and the representation of the studied concepts in which the students have to transpose the subjects that were approached in new contexts. In these instruments, the students presented a reasonable profit index. The results of this implementation also showed that the subject is recognized by the students as potentially meaningful and that the previous knowledge which is present in their cognitive structures is presented in a conceptually wrong or incomplete way. The evaluation questionnaire of the didactic proposal, which was applied at the end of the experience, seems to show the students' approval regarding the used methodology, showing that the presented material and the developed and utilized methodology were fundamental for the students' good performance in the project and for the promoted meaningful learning.

Keywords: Astronomy. Physics Teaching. Science Teaching. First Years of Elementary Education. Course of Normal Shaping. Meaningful Learning.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa do tema escolhido e objetivo do trabalho

Atualmente, o início do ensino de Física se dá, na maioria das instituições de ensino, na série final do Ensino Fundamental. Geralmente, os conteúdos dessa série estão relacionados à mecânica e, quase sempre, limitam-se ao estudo da cinemática com ênfase na física matemática.

As crianças desenvolvem ideias e crenças sobre o mundo físico bem antes de serem formalmente ensinadas na escola (Moreira e Ostermann, 1999a). Ao ingressarem nos bancos escolares, elas terão os primeiros conceitos físicos apresentados de forma organizada e sistematizada através de uma disciplina denominada Ciências. Nos anos iniciais do Ensino Fundamental, salvo em casos raros, um único professor ministra aulas de português, matemática, ciências e os demais componentes curriculares. Geralmente, os professores dessa etapa de ensino não possuem formação específica em nenhuma área disciplinar, por serem egressos dos cursos de Pedagogia ou de cursos de formação de professores em nível de Ensino Médio.

Ao considerar que nas séries iniciais os estudantes têm pela primeira vez o contato com o conhecimento científico organizado e sistematizado, é desejável que eles compreendam os conceitos propostos e que essa aprendizagem tenha aplicabilidade prática. Assim, faz-se necessário que tal etapa de ensino seja eficaz e forneça resposta às inquietações dos estudantes, estimulando-os para estudos posteriores. Ao professor, cabe planejar e executar atividades que despertem o interesse e a curiosidade dos estudantes a fim de que realmente compreendam os conteúdos ensinados. Porém, isso só será alcançado se o professor dominar o que vai ensinar e esse domínio depende da presença dos conteúdos na formação desse professor (Langhi e Nardi, 2005).

Em geral, os professores das primeiras séries do Ensino Fundamental possuem uma deficiência nas áreas relacionadas com as ciências, como salientam Damásio e Steffani:

A formação de professores – com exceção de raros casos – das séries iniciais não vê com atenção necessária a capacitação para o ensino de ciências naturais. Como consequência os professores carregam informações equivocadas ou mesmo errôneas. Estas informações são repassadas aos estudantes, causando um ensino conceitualmente equivocado de Física nas séries iniciais (Damasio e Steffani, 2008, p.01).

Acreditamos que essa deficiência ocorre por vários motivos. Como um dos principais, destacamos a organização curricular dos cursos de formação de professores, que divide a carga horária do curso em horas de formação geral, formação pedagógica e práticas curriculares. Assim, o tempo destinado para a aprendizagem de Física fica muito abaixo do desejado, gerando uma enorme insegurança nos futuros professores que se sentem despreparados conceitualmente e metodologicamente para trabalhar assuntos referentes a ciências, em especial, aos relacionados com a Física.

Consideramos que é necessário haver uma equiparação entre as cargas horárias do currículo de formação de professores com o objetivo de equilibrar a formação específica (metodologia e prática) e a formação geral (conhecimentos específicos), também é necessário que essa aprendizagem seja organizada estrategicamente a fim de que o futuro professor evidencie as conexões entre os conteúdos e sua prática (Gonzatti, 2008).

No ensino de Física, parece-nos que a opção por uma abordagem mais conceitual dá um maior suporte ao professor em formação na elaboração de suas aulas bem como na sua prática docente. Em função disso, optamos por desenvolver um curso de extensão que abordasse conceitos básicos de Astronomia para estudantes concluintes do curso de formação de professores em nível de Ensino Médio. Escolhemos esse tópico por acreditarmos que ele possui grande capacidade motivadora e é potencialmente capaz de permitir o estabelecimento de conexões com diferentes áreas do conhecimento físico. Também, apoiamos nosso trabalho em um dos resultados alcançados por Moreira e Ostermann (1999a), em estudo desenvolvido em um ambiente de formação de professores de nível médio, assim descrito:

Em termos de conteúdos de Física na modalidade Normal, cremos que além dos conceitos físicos relevantes para o ensino de ciências nas séries iniciais, devem-se incluir alguns tópicos de Astronomia como: estações do ano, planetas, fases da Lua. É impressionante o que nossa investigação nos fez constatar: as estações do ano são trabalhadas de maneira errônea pelas professoras nas três primeiras séries já há vários anos. Esse conteúdo não lhes foi ensinado na modalidade Normal, e, mesmo atualmente, o assunto não é abordado no curso de formação de professores para as séries iniciais. Assim, cremos que cabe à Física assumir a responsabilidade de ensinar aos futuros professores noções de Astronomia, já que lhes serão extremamente úteis na futura atuação docente. (Moreira e Ostermann, 1999a, p.93)

Nesse sentido, nosso trabalho se constituiu em um curso de conceitos iniciais de Astronomia, cuja pretensão é contribuir para sanar possíveis lacunas conceituais existentes na formação de professores de nível médio da Escola Estadual de Educação Básica Nicolau de Araújo Vergueiro. Entendemos que a referida formação requer o conhecimento dos conteúdos nas diferentes áreas do saber e, também, o conhecimento pedagógico necessário ao desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem.

1.2 O contexto de realização da proposta didática

1.2.1 O curso de Licenciatura em Física da Universidade de Passo Fundo e o curso Normal da Escola de Educação Básica Nicolau de Araújo Vergueiro.

Passo Fundo (foto da figura 1) é a maior cidade do norte do estado do Rio Grande do Sul. Ela está a 280 quilômetros da capital do Rio Grande do Sul – Porto Alegre. A cidade é considerada a “Capital Nacional da Literatura” e é pólo regional de educação. O município conta com 73 escolas públicas de Ensino Fundamental e Médio e 9 particulares. Possui, ainda, 10 instituições de Ensino Superior, entre as quais destacamos a Universidade de Passo Fundo (UPF).



Figura 1 – Foto do monumento da “Árvore das letras”, Praça Armando Sbeghen – Passo Fundo, RS

A UPF (foto da figura 2) foi fundada em 6 de junho de 1968 e conta atualmente com mais de 20 mil alunos (UPF, 2009a) distribuídos em 56 cursos de graduação, 52 cursos de especialização, 6 mestrados e 1 doutorado, que estão organizados em 12 unidades acadêmicas, denominadas Institutos ou Faculdades.

O Instituto de Ciências Exatas e Geociências (ICEG), que iniciou suas atividades em 1970, é uma dessas unidades acadêmicas da UPF. Na área da graduação o ICEG oferece os cursos de Licenciatura em Física, Geografia, Matemática e Química; os bacharelados em Ciências da Computação, Geografia e Química; além, do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Desses, salientamos o curso de Licenciatura em Física.



Figura 2 - Foto da entrada da Universidade de Passo Fundo – UPF

O curso de Licenciatura em Física da UPF é um curso jovem, a primeira seleção para ingresso ocorreu em janeiro de 2004. Trata-se de um curso noturno, com duração de 7 semestres, que conta com 69 alunos matriculados e propõe formação profissional na área de educação – físico educador. O quadro de docentes é qualificado, com mais de 90% de mestres e doutores. Possui acervo bibliográfico adequado aos seus objetivos, além de laboratórios equipados (foto da figura 3), que permitem a formação do físico educador com sólida base de conhecimentos teóricos e práticos. Os professores desenvolvem projetos de pesquisa e

extensão, entre os quais destacamos os projetos de extensão para a qualificação e atualização de professores de Ciências.

Esses projetos são realizados em forma de minicursos, executados semestralmente em parceria com as escolas da região. As atividades realizadas sempre se caracterizaram por oferecer estratégias e metodologias para a prática docente. Nos encontros semanais, professores e futuros professores têm a possibilidade de rever os conteúdos que são abordados em disciplinas de Ciências de uma forma prática e contextualizada, pois cada assunto é abordado com a realização de um experimento prático, o que proporciona a compreensão conceitual de cada fenômeno físico trabalhado.



Figura 3 - Foto de um dos laboratórios de Física do ICEG

A Escola Estadual de Educação Básica Nicolau de Araújo Vergueiro (EENAV) (foto da figura 4) é a maior escola pública do município de Passo Fundo – RS, e participa dos projetos de extensão oferecidos pelo ICEG. Ela conta atualmente com 1820 alunos matriculados e oferece cursos de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio, além do curso de formação de professores na modalidade Normal.

A história do curso de formação de professores da modalidade Normal da EENAV se confunde com a história da própria escola, uma vez que desde a sua origem ele vem sendo oferecido. Atualmente o curso, que é o único dessa modalidade no município, conta com 302 alunos matriculados e tem como objetivo “formar professores para atuar como docentes na Educação Infantil, pré-escola e anos iniciais do Ensino Fundamental, a partir dos princípios de

aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser” (EENAV, 2005, p.13).



Figura 4 - Foto da fachada da EENAV

O regime curricular adotado pela escola é o semestral e para o curso de formação de professores estão em vigência duas matrizes curriculares. A primeira está em vigência desde 2005 e é constituída de 3.600 horas distribuídas em 8 semestres. Os estudantes que participaram da experimentação didática que será descrita nesta dissertação fazem parte dessa matriz. A segunda, que dentro de dois anos substituirá a primeira (EENAV, 2008, p.8), é constituída por 3.200 horas distribuídas em 7 semestres. Ambas as matrizes são formadas por duas grandes áreas: a de formação geral e a de formação pedagógica. A disciplina de Física é componente curricular da área de formação geral das duas grades curriculares e com a redução de horas do curso deve sofrer redução de 25% na carga horária, passando de 128 horas para 96 horas. Observamos, ainda, que a disciplina denominada Metodologia da Ciência passou a ser denominada Didática da Ciência, na segunda matriz curricular, sofrendo redução de 20% em sua carga horária. Em pesquisa que realizamos nos planos de estudo da escola, constatamos que assuntos de Astronomia não fazem parte de nenhuma disciplina do curso, tanto nas disciplinas que compreendem a primeira matriz, quanto nas que compreendem a segunda.

Uma das grandes preocupações do corpo docente e da coordenação do curso de formação de professores da modalidade Normal da EENAV é oferecer as condições necessárias para a plena formação dos futuros professores. Com essa intenção, os responsáveis pela escola, em especial os do curso Normal, sempre buscaram parcerias para sanar possíveis lacunas deixadas na formação. Um exemplo disso é o curso de Instrumentalização realizado em parceria com o curso de Licenciatura em Física da UPF. Esse curso, que vem ocorrendo desde 2004, tem como objetivo revisar conteúdos e demonstrar algumas metodologias que podem ser utilizadas em aulas de ciências das séries iniciais. Todos os estudantes que participam são concluintes do curso Normal e são selecionados a partir de entrevistas prévias, com as quais se procura identificar o interesse e a curiosidade sobre metodologias de ensino e assuntos relacionados com ciências. Durante tal curso, que é realizado em turno inverso ao turno de aula, são abordados assuntos referentes à mecânica, termologia, gases e eletricidade. Em todos estes assuntos, além de uma abordagem conceitual, são apresentadas metodologias de atividades práticas que evidenciam o fenômeno físico em pauta.

A partir das experiências realizadas integrando a escola e a UPF, tornou-se interessante e apropriado o desenvolvimento do curso de formação que se constitui na experimentação didática que será apresentada nesta dissertação.

1.3 Contextos teóricos da proposta

As pesquisas sobre a formação dos profissionais da educação que atuam nas séries iniciais contribuem muito para que seja feita uma análise e reflexão sobre como a ciência está sendo ensinada nas escolas brasileiras. Com o objetivo de compreender melhor este campo realizamos uma pesquisa em trabalhos relacionados com a Física presente nos currículos das séries iniciais e na formação dos professores que nelas atuam. Buscamos trabalhos que enfocassem os currículos de cursos de formação de docentes para as primeiras séries do Ensino Fundamental e o uso de assuntos de Astronomia como elemento motivador para o ensino das ciências. Realizamos essas pesquisas em revistas especializadas sobre o ensino de Física, como o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), a Revista Brasileira de Ensino

de Física (RBEF) e a revista Física na Escola, bem como em atas de eventos e dissertações de mestrado de programas de pós-graduação da área de ensino de ciências. Constatamos o crescimento significativo do número de pesquisadores interessados na questão da formação de professores das séries iniciais e, também, do número de pesquisas sobre a Física presente na formação desses profissionais. No entanto, o número de trabalhos específicos dessas áreas ainda é reduzido. Quanto à utilização da Astronomia com o elemento motivador e capaz de relacionar diferentes áreas da Física, o número de pesquisas é maior. Apresentamos a seguir os trabalhos que julgamos importantes para a proposta apresentada nesta dissertação.

Com relação à importância da Física nas quatro primeiras séries do Ensino Fundamental, destacamos Schroeder (2007). Em seu trabalho, o autor sugere que as aulas de Física sejam incluídas desde o início no Ensino Fundamental, porém destaca que o objetivo não deve ser preparar os estudantes para conteúdos do Ensino Médio e sim para o desenvolvimento da auto-estima e da capacidade de aprender a aprender. Nosso trabalho também visa a alcançar essas competências, no entanto, acreditamos que esse desenvolvimento perpassa, fundamentalmente, pela atuação do docente, que está intimamente ligada à formação do professor.

A questão da Física na formação de professores para os anos iniciais é abordada por vários trabalhos. Destacamos, inicialmente, o trabalho de Moreira e Ostermann (1999a) desenvolvido em um ambiente de formação de professores de nível médio. Esse trabalho, que descreve um estudo sobre o papel da Física no currículo de formação de professores de séries iniciais, salienta diversos aspectos importantes a serem considerados na formação do profissional da primeira etapa do Ensino Fundamental. Alguns dos aspectos apontados pelos autores serviram de apoio para elaboração e desenvolvimento de nosso trabalho. O primeiro identifica a Física como elemento indispensável na formação de professores na modalidade Normal e deve ser ensinada com um enfoque conceitual e qualitativo; o segundo elemento enfatiza a importância de agregar aos conteúdos de Física tópicos de Astronomia, uma vez que eles serão abordados frequentemente nas séries iniciais.

Outro trabalho encontrado que salienta as deficiências de conteúdos físicos nos currículos dos cursos de formação de docentes das primeiras séries do Ensino Fundamental foi o de Damasio e Steffani (2008), que descreve uma proposta para melhoria do ensino de Física nas séries iniciais. Assim como a experiência apresentada nesta dissertação, o trabalho desses autores parte da ideia de que a formação fornecida aos professores de séries iniciais é deficiente na área de ciências. Para os autores, como consequência da falta de preparação

nessa área, os profissionais carregam informações equivocadas e, até mesmo errôneas, durante sua atuação docente. No entanto, esse trabalho difere em alguns pontos da nossa proposta, um deles é que sua proposição é qualificar professores que já estão atuando, enquanto a nossa experimentação didática se destina à qualificação de estudantes concluintes do curso Normal. Além disso, o programa referido constitui-se de dois módulos básicos que contêm assuntos sobre fluidos e eletromagnetismo e a proposta aqui apresentada tem como assunto motivador a Astronomia.

Evangelista e Zimmermann (2007), Vidal, André e Moura (1998) apresentam dois trabalhos semelhantes. Ambos demonstram preocupação com a formação dos professores que atuam nas séries iniciais e no ensino de Física. Contudo, os textos exploram a formação de professores em nível universitário, o que se diferencia do foco adotado nesta dissertação. Os primeiros relatam uma experiência com estudantes de uma turma de pedagogia, que tinha como objetivo desafiar as ideias, as inseguranças e as atitudes desses estudantes em relação ao ensino de Física nas séries iniciais. Ao analisarem os dados obtidos, os autores verificaram que os acadêmicos possuíam uma enorme aversão à Física, e resistiam muito à possibilidade de ensiná-la. Vidal, André e Moura (1998) também apresentam um estudo realizado com uma turma de pedagogia e nele descrevem a tentativa de investigar o grau de conhecimento dos estudantes em determinados conceitos físicos presentes nos currículos das séries iniciais. Os dados levantados e analisados revelam que os estudantes apresentam grandes dificuldades com conceitos físicos e, ainda, conforme os autores, por vezes “se igualam epistemologicamente aos conceitos das crianças, colocando o educador em uma situação de constrangimento pedagógico, dificultando a ocorrência de mudança conceitual nos educandos” (Vidal, Moura e André, 1998. p. 25).

Nessa mesma linha, encontramos o trabalho de Leite e Hosoume (2007) no qual os autores descrevem uma pesquisa sobre o modo de pensar dos professores de ciências do Ensino Fundamental quanto aos tópicos de Astronomia. Para obter elementos que possibilitassem a descrição das concepções dos professores, os autores fizeram uso de uma metodologia estruturada em entrevistas em que cada professor deveria construir o seu universo astronômico. Os resultados da pesquisa demonstraram uma enorme dificuldade dos professores em relação às representações do Sol, da Lua, da Terra e das estrelas. O céu foi interpretado como algo que está acima da Terra. Concordamos com os autores quando salientam que os resultados são preocupantes e que programas de formação continuada para professores são fundamentais ao ensino da ciência.

Em outro artigo encontrado, Lima e Mauès (2006) discutem algumas indagações que surgiram ao trabalhar com um grupo de alunos do Curso de Pedagogia, questões como: O que os alunos iriam ensinar de ciência?; O que eles sabiam dessa área?; Como a ciência deveria ser ensinada para as crianças?; Com que objetivo a ciência é ensinada?; entre outras questões. Ao concluir, os autores salientam que o profissional de educação das séries iniciais do Ensino Fundamental “necessita conhecer o suficiente sobre as diversas áreas do conhecimento, da psicologia ao português, da matemática às artes, das ciências à educação física” (Lima e Mauès, 2006. p. 172), no entanto, discordam dos que afirmam que esse professor deva ser especialista em todos esses ramos do conhecimento. O artigo compartilha com outros autores a ideia de que o ensino não depende apenas do entendimento de ciências.

Moreira e Axt (1986) chamam a atenção para o fato de que o professor foi, é e será a peça-chave no processo de ensino-aprendizagem. No entanto, afirmam que para o trabalho desse profissional ser eficaz é preciso “formá-lo de maneira adequada ou, no caso desse já estar em serviço, é necessário capacitá-lo, reciclá-lo, habilitá-lo, de modo apropriado ao seu papel” (Moreira e Axt, 1986. p. 66). Ressaltam, ainda, que em qualquer instituição sempre há o interesse em formar bons professores de ciências. O que ocorre, na opinião dos autores, é a diferença existente entre os currículos dos cursos de formação de professores, diferenças que muitas vezes ocasionam enormes lacunas. Nesse sentido, nossa proposta visa a contribuir para sanar algumas lacunas existentes nos currículos de formação de professores em nível médio.

Pinto, Fonseca e Vianna (2007) apresentam uma experiência muito semelhante àquela que será descrita nesta dissertação. Os autores relatam as estratégias utilizadas em um curso de pequena duração destinado a professores do primeiro segmento do Ensino Fundamental sobre assuntos de Astronomia. Para os autores, a mudança nas concepções de ensino e aprendizagem dos professores somente ocorrerá quando eles forem submetidos a situações conflituosas, isto é, quando os professores vivenciarem situações em que sua formação e suas concepções forem questionadas. Assim, os pesquisadores elaboraram um questionário englobando diferentes processos de ensino e a forma como alguns conteúdos pertinentes à Astronomia são apresentados em livros didáticos, além de outros temas. O estudo mostra que a estratégia utilizada teve grande êxito. Professores que inicialmente apresentavam muitos erros conceituais e concepções alternativas, no final do trabalho demonstraram algumas mudanças significativas na concepção de conceitos abordados.

Outro artigo que descreve os resultados de um curso com abordagem de conceitos básicos de Astronomia é o de Pacca e Scarinci (2006). Neste os autores relatam a aplicação e

os resultados de um curso de ciências para os alunos da 5ª série do Ensino Fundamental. Esse curso tinha como objetivo levar os estudantes à compreensão de fenômenos ligados à Astronomia através do uso de uma metodologia fundamentada nas concepções construtivistas da educação. Na análise dos resultados levantados durante a aplicação do programa, os professores concluíram que: “registramos evidências de uma aprendizagem significativa dos conceitos, e uma evolução dos alunos em direção a metas de aprendizagem como a autonomia, a autoconfiança e a capacidade de raciocínio e de reflexão” (Pacca e Scarinci, 2006. p. 89). Assim, como no artigo citado, procuramos desenvolver na proposta aqui apresentada, uma evolução conceitual, porém, ao invés de alunos de 5ª série, nosso objetivo é levar os futuros professores a ter autonomia e autoconfiança na abordagem didática de temas relacionados à Astronomia.

Em dois artigos Langhi e Nardi (2005, 2007) discutem o ensino de Astronomia nas séries iniciais do Ensino Fundamental. No primeiro os autores descrevem um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Justificam o estudo discutindo que novos cursos de qualificação de professores podem surgir, por isso é necessário saber qual é, realmente, o conhecimento de Astronomia que os professores possuem, além de destacar o que os professores de séries iniciais devem saber sobre o tema. No decorrer do trabalho, os pesquisadores evidenciam as principais dificuldades dos professores sobre Astronomia e indicam que elas são de ordem pessoal, metodológica, de formação, de infraestrutura e outras relacionadas às fontes de informação. No segundo artigo, os autores apresentam um estudo realizado em livros didáticos de ciências, cujo objetivo foi refletir sobre a questão dos erros conceituais de Astronomia presentes nessas bibliografias. Partilhamos das preocupações dos autores mencionadas nos artigos citados. Como em muitos casos a formação docente fica deficitária, o livro texto é o principal apoio do professor na sua prática docente. Se adicionarmos os erros conceituais dos livros didáticos à formação deficitária dos professores, teremos um grande prejuízo no ensino das ciências.

Alguns trabalhos do Mestrado Profissional em Ensino de Física (MPEF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) com a abordagem de assuntos de ensino de Astronomia, também foram importantes na construção da nossa proposta. Salientamos que são trabalhos complementares, com objetivos diferentes e destacamos três que julgamos fornecer suporte para a proposta aqui apresentada.

Mees (2004) descreve, em sua dissertação de mestrado, o desenvolvimento e aplicação de um projeto denominado Astronomia: motivação para o ensino de Física na 8ª série. Esse trabalho teve como principal objetivo a mudança na sequência dos conteúdos físicos apresentados aos alunos da 8ª série do Ensino Fundamental. O autor sugere iniciar os estudos de Física com tópicos de Astronomia, pois considera que ao iniciar o estudo da Física pela mecânica, como tradicionalmente ocorre, o estudante perde o interesse e a motivação pela disciplina. Ele ainda justifica sua escolha pela Astronomia afirmando que

sua capacidade de cativar e atizar a curiosidade de crianças, jovens e adultos. Este tema, cada vez mais, está presente no nosso cotidiano pois, quase que diariamente, a mídia veicula novas informações capturadas por sondas espaciais que exploram o nosso Sistema Solar[...].É também um tema apaixonante nas suas múltiplas abordagens interdisciplinares: história, mitologia, literatura, filosofia, ecologia, música e outros, e representa a busca da humanidade pelo auto-conhecimento (Mees, 2004. P.10)

No trabalho, também são apresentados alguns tópicos de Astronomia e a maneira como eles podem ser abordados em sala de aula. Esse trabalho corrobora nossa proposta, pois também consideramos a Astronomia um assunto capaz de cativar e motivar os estudantes de qualquer etapa de ensino.

O trabalho final de Uhr (2007) apresenta o relato das atividades desenvolvidas na disciplina de Física em turmas concluintes do Ensino Médio em uma escola que havia recentemente incluído Astronomia no currículo da disciplina de Física. O trabalho propõe um programa de Astronomia para o Ensino Médio, tendo como tema central o Sistema Solar. Durante a aplicação do trabalho, que se fundamenta nas teorias de aprendizagem de Ausubel e Novak, os conteúdos foram divididos em três módulos. O primeiro foi chamado de “Os planetas e corpos menores do Sistema Solar”, o segundo denominado “Interação Sol – Terra – Lua” e o terceiro, “Estrutura e evolução do Sol”. A autora informa que, na comparação dos resultados dos pré e pós-testes, o número de acertos aumentou significativamente, indicando que houve uma evolução nos conhecimentos dos alunos sobre os assuntos abordados.

A dissertação de Gonzatti (2008) descreve o desenvolvimento e a aplicação de um curso de Astronomia como parte de um curso de formação de professores de séries iniciais em nível médio. Como a proposta aqui apresentada, Gonzatti considera o estudo de temas de Astronomia um tópico relevante no ensino da ciência. Também salienta que esse é um tema

potencialmente capaz de relacionar diferentes áreas do conhecimento físico e especialmente adequado para melhorar o pensamento didático dos professores. Porém, a aplicação de seu trabalho se deu no início do curso de formação de professores em nível de Ensino Médio.

Os trabalhos de Mees (2004), Gonzatti (2008) e Uhr (2007) não são idênticos ao desenvolvimento da proposta aqui apresentada, pois além de os conteúdos abordados serem diferentes, o nosso trabalho foi desenvolvido como um curso de extensão. No entanto, essas dissertações corroboram o nosso trabalho, em função de objetivarem o ensino de tópicos de Astronomia por meio de aulas diversificadas.

A partir da pesquisa realizada, podemos constatar que o enfoque do trabalho proposto é, de fato, original e oportuno; que assuntos relacionados à Astronomia são elementos motivadores e, quando bem empregados, podem ser eficazes no ensino de ciências. Além disso, os trabalhos revisados atestam nossa concepção de que o êxito de estudos relacionados à ciência passa fundamentalmente pela atuação dos professores e que está diretamente condicionada à preparação fornecida durante a formação dos profissionais da educação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

2.1 A Teoria da Aprendizagem Significativa

Neste trabalho foi utilizado como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa elaborada por Ausubel. Apoiamo-nos em tal teoria por entendermos que ela estabelece pilares suficientes para sustentar os objetivos deste trabalho:

- o que o estudante já sabe é o ponto de partida para a aprendizagem significativa;
- o material a ser aprendido deve ser relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz (Moreira e Ostermann, 1999b), ou seja, potencialmente significativo.

David Paul Ausubel foi médico e se especializou em psiquiatria. Professor Emérito da Universidade de Columbia, em Nova Iorque. Dedicou-se à psicologia educacional e, na década de 60, propôs a Teoria da Aprendizagem Significativa, na qual afirma que a partir dos conceitos e conteúdos presentes na estrutura cognitiva do estudante ocorre a aprendizagem. A estrutura cognitiva é compreendida por ele como o conjunto de conteúdos, ideias, conceitos e pensamentos e a forma como estão organizados na mente de uma pessoa. Nas próprias palavras do teórico, “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigüe isso e ensine-o de acordo” (Ausubel, 1978 apud Moreira e Ostermann, 1999b, p. 45).

Nesse sentido, aprendizagem significativa é o processo pelo qual um novo conhecimento é articulado a uma determinada estrutura cognitiva prévia, denominada subsunçor. Um subsunçor é um conceito ou uma ideia já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de “âncora” a uma nova informação (Moreira e Ostermann, 1999b), adquirindo assim significado para o estudante.

Nessa perspectiva, a aprendizagem preconizada por Ausubel ocorrerá quando o novo conteúdo interagir com conceitos subsunçores relevantes presentes na estrutura cognitiva do estudante, de forma não-arbitrária e não-literal. Ela pode ocorrer de forma receptiva ou por descoberta, conforme afirma Moreira.

[...] a aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto ligar-se a conceitos subsunçores relevantes, já existentes na estrutura cognitiva, ou seja, quer por recepção ou por descoberta, aprendizagem é significativa, segundo a concepção ausubeliana, se a nova informação incorporar-se de forma não - arbitrária à estrutura cognitiva.” (Moreira, 1999, p.154)

Na elaboração da proposta que originou a experiência didática aqui relatada, levamos em consideração a concepção de que a Astronomia faz parte da curiosidade do senso comum (Pacca e Scarinci, 2006) e os alunos já detêm uma grande quantidade de informações sobre os astros e seus movimentos (ibid, 2006). Considerarmos, dessa forma, que conceitos referentes à Astronomia já estão incorporados à estrutura cognitiva dos estudantes e se formam ao longo da sua vivência em um mundo onde se observam fenômenos astronômicos cotidianos, como a ocorrência periódica dos dias e das noites, das estações do ano, das fases da Lua, além da imensa quantidade de informações que chegam à população pelos meios de comunicação. A identificação desses conceitos foi o ponto de partida para a promoção da aprendizagem significativa objetivada na experiência didática deste relato.

Contrapondo-se à aprendizagem significativa, Ausubel salienta a aprendizagem mecânica. Na primeira, como já foi referido, a nova informação interage com algum subsunçor existente na estrutura cognitiva do estudante. Na segunda, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com as informações existentes na estrutura cognitiva. Assim, pouco ou nada contribui para a sua elaboração e diferenciação. Contudo, para Ausubel, essas duas formas de aprendizagem se completam na medida em que a segunda pode levar à primeira.

Os subsunçores são adquiridos por um processo de formação de conceitos que se inicia no nascimento. Esse processo, inicialmente, se dá por descoberta e, ao atingir a idade escolar, a maioria das crianças já possui um enorme leque de subsunçores em sua estrutura cognitiva e pode, então, aprender por recepção. No entanto, para determinados assuntos, pode ocorrer a ausência de subsunçores e, nesse caso, a aprendizagem mecânica é necessária, pois ela ocorrerá até que alguns elementos de conhecimento em uma determinada área, relevantes a novas informações para a área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores (Moreira e Ostermann, 1999b). Assim, com o passar do tempo, a aprendizagem torna-se significativa, esses subsunçores ficam mais complexos e são capazes de servir de “âncora” para novos conhecimentos.

Para que ocorra a aprendizagem significativa, Ausubel salienta que duas condições devem ser satisfeitas. A primeira, é que o material a ser aprendido tenha estruturação lógica e possa ser relacionado com a estrutura cognitiva do estudante, de maneira não-arbitrária e não-litera, isto é, seja um material potencialmente significativo. Daí, a importância do averiguarmos os conhecimentos prévios dos estudantes sobre Astronomia e ensiná-los a partir deles. Porém, independentemente do material ser ou não potencialmente significativo, o estudante deve estar predisposto a aprender de forma significativa. Essa é a segunda condição para a ocorrência da aprendizagem. Quando uma das duas condições não for satisfeita ocorrerá, segundo Ausubel, uma aprendizagem mecânica.

Para facilitar a aprendizagem significativa, Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios, que são materiais a serem propostos antes da utilização do material de aprendizagem, servindo de ponte entre o conhecimento prévio e o assunto que se pretende ensinar. Nesse sentido, o próprio Ausubel explica

[...] a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa, ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas”. (Moreira, 1999, p. 155)

No entanto, deve-se ter cuidado de não confundir os organizadores prévios com sumários e introduções que são escritos no mesmo nível de abstração, generalidade e inclusividade do material (Souza e Moreira, 1981). Além disso, os organizadores prévios servem para facilitar a aprendizagem de um tema. Os materiais e estratégias que se destinam a facilitar a ocorrência da aprendizagem de uma unidade são considerados, na concepção ausubeliana, pseudo-organizadores prévios.

Surge então uma questão: utilizando organizadores prévios, materiais potencialmente significativos e aplicando o estudo com um grupo de estudantes predispostos, como evidenciar se a aprendizagem ocorrida é significativa? Para responder essa indagação, Ausubel argumenta que os conceitos adquiridos devem estar claros, precisos e deve haver competência ao desenvolvê-los e transferi-los a novas situações. O fato de o estudante conseguir definir conceitos, dissertar sobre eles ou resolver problemas não é evidência conclusiva da ocorrência da aprendizagem significativa. Ausubel argumenta que uma longa

experiência em fazer exames faz com que os estudantes se habituem a memorizar não só proposições e fórmulas, mas também causas, exemplos, explicações e memórias de resoluções de problemas ditos típicos (Moreira, 1999). A melhor maneira de evidenciar a compreensão significativa é formular questões e problemas de outra forma, isto é, abordar questões referentes ao que foi trabalhado de uma maneira nova e não familiar aos estudantes, exigindo deles uma grande transformação do conhecimento adquirido.

A esse processo de aquisição e organização de novos conhecimentos na estrutura cognitiva de um estudante, Ausubel chamou de “teoria da assimilação”. Em tal teoria, uma nova informação potencialmente significativa é relacionada e assimilada a um conceito subsunçor preexistente na estrutura cognitiva do estudante. Como resultado dessa relação e assimilação tem-se o produto interacional, isto é, o subsunçor modificado. Assim, a nova informação é subordinada aos conceitos subsunçores preexistentes. Por este motivo, Ausubel denominou esse tipo de aprendizagem de aprendizagem subordinada.

A aprendizagem em que a nova informação, mais geral e ampla do que os subsunçores preexistentes, é adquirida e assimilada pela estrutura cognitiva do estudante chama-se de aprendizagem superordenada. Quando os novos conceitos não estabelecem relação de subordinação ou de superordenação com um subsunçor específico e sim com um conteúdo geral presente na estrutura cognitiva do estudante, a aprendizagem é conhecida como aprendizagem combinatória. Nesse sentido Moreira afirma

[...] a nova proposição não pode ser assimilada por outras já estabelecidas nas estruturas cognitivas, nem é capaz de assimilá-las. É como se a nova informação fosse potencialmente significativa por ser relacionável à estrutura cognitiva com um todo, de uma maneira bem geral, e não com aspectos específicos dessa estrutura. (Moreira, 1999, p.159)

Ausubel ainda evidencia dois importantes processos que surgem durante a aprendizagem significativa: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. O primeiro ocorre quando observamos que o subsunçor modificou-se a partir da introdução de uma nova informação, que também se alterou e recebeu novo significado. Normalmente, esse processo está presente na aprendizagem significativa subordinada. O segundo, que ocorre na aprendizagem significativa superordenada ou na combinatória, acontece quando se

estabelecem relações entre os conceitos já existentes na estrutura cognitiva, ou seja, quando há uma relação entre os subsunçores, que se organizam e adquirem novos significados.

Além dos três tipos de aprendizagens significativas já citadas – subordinadas, superordenada e combinatória –, Ausubel ainda diferencia a aprendizagem em três categorias. A primeira, conhecida como aprendizagem representacional, é aquela em que o estudante consegue atribuir significados a determinados símbolos específicos. A segunda, denominada aprendizagem de conceitos, é mais genérica e abstrata; nela os conceitos são representados por símbolos mais indeterminados, ou seja, representa regularidades. Já na terceira, chamada de aprendizagem proposicional, o objetivo é aprender o significado de ideias expressas verbalmente por meio de conceitos sob a forma de uma proposição (Moreira, 1999). É importante salientar que esses tipos de aprendizagem são categorias da aprendizagem significativa e se complementam.

2.2 Metodologia

A metodologia de pesquisa utilizada na realização do projeto envolveu o desenvolvimento de uma unidade didática para o tratamento de conceitos iniciais de Astronomia trabalhados nas séries iniciais. Resumidamente, realizou-se a produção de material didático e a utilização deste por um grupo de alunos concluintes do curso de formação de professores em nível de Ensino Médio, além da avaliação desse processo de implementação. A metodologia envolveu várias etapas que passaremos a apresentar.

Com o objetivo de obter dados preliminares e, assim, ter subsídios para a seleção dos assuntos a serem abordados durante o curso e na escolha da metodologia a ser utilizada, inicialmente realizamos duas pesquisas. A primeira envolveu três instituições de Educação Básica da cidade de Passo Fundo – RS, sendo duas privadas e uma pública. Nessa pesquisa, buscamos nos planos de estudos das escolas quais assuntos de Astronomia são trabalhados nos anos iniciais do Ensino Fundamental, além dos respectivos anos em que são abordados. A segunda, que foi realizada na EENAV, tinha como objetivo averiguar quais os conteúdos de Física estudados durante o curso de formação de professores na modalidade Normal, para a qual fizemos uso dos planos de estudo da escola. Procuramos evidenciar a carga horária

disponível para a disciplina, bem como os semestres em que ela ocorre e os conteúdos que abrange. Também verificamos esses itens para a disciplina de Metodologia de Ciências, específica do curso Normal.

Para que pudéssemos desenvolver melhor nossa proposta, fez-se necessário conhecer melhor nosso possível público alvo. Nesse sentido, elaboramos um questionário diagnóstico (Apêndice A)¹, que foi aplicado a 43 estudantes do sétimo semestre do curso Normal da escola na qual desenvolvemos a proposta. O instrumento teve dois objetivos essenciais: o primeiro consistia em verificar se o assunto Astronomia poderia ser considerado apropriado para o curso; o segundo, se este assunto despertava interesse nos estudantes. Esse material foi utilizado, também, para divulgação e convite para o curso de aplicação da nossa proposta.

2.2.1 Levantamento preliminar de dados

Ao analisar os planos de estudos dos primeiros anos do Ensino Fundamental das escolas escolhidas, constatamos que temas de Astronomia são arrolados nas disciplinas de Ciências e de Geografia. Os estudos desse tema são iniciados na disciplina de Ciências no terceiro ano; observamos que, nessa etapa, ocorre uma pequena discussão sobre o Sol, a Terra, a Lua, as constelações e a ocorrência dos dias e noites terrestres. O aprofundamento maior para esse tema é dado no 5º ano, em que é abordada uma gama maior de assuntos referente à Astronomia, dos quais destacamos a discussão da definição de Universo e de Sistema Solar. Também são alvo de estudos os planetas do Sistema Solar, suas formas e características físicas; o planeta Terra é muito evidenciado, pois são abordados os movimentos de rotação e translação terrestres, as estações do ano e seu satélite natural. Cabe salientar que tais temas são comuns para as três escolas investigadas. Na disciplina de Geografia, os temas abordados são específicos e restritos ao planeta Terra, sua forma, movimentos, atmosfera, oceanos e continentes, além de se discutir a localização de pontos sobre a superfície terrestre.

¹ Neste documento os apêndices estão organizados em blocos, inicialmente apresentamos os apêndices que compõem o levantamento inicial de informações que orientaram a pesquisa aqui descrita; a seguir os apêndices que compõem o material didático utilizado nos encontros; a seguir os questionários de levantamento de informações sobre a implementação didática; a lista de exercícios complementares; o guia de utilização do software; e, finalmente, os roteiros de construção de maquete e objeto de ensino.

Todos esses temas estão em concordância com os conteúdos selecionados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes nessas séries.

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; 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, 1998, p. 95)

Os assuntos sugeridos pelos PNC devem ser organizados de forma que os estudantes consigam caracterizar movimentos visíveis de corpos celestes no horizonte e seu papel na orientação do homem no espaço e no tempo, atualmente e no passado, o que se exige o reconhecimento de determinadas constelações. Porém, para que o ensino desses conceitos nos anos iniciais atinja estes objetivos, a formação dada em Física aos futuros professores tem importante papel a desempenhar (Moreira e Ostermann, 1999b). Nesse sentido, buscamos averiguar o que consta nos planos de estudo do curso Normal da EENAV, quanto a conceitos físicos, em especial sobre temas de Astronomia.

Como já referido no capítulo anterior, na EENAV duas matrizes curriculares estão em vigência. A disciplina de Física é componente curricular de ambas e faz parte da área de formação geral. O grupo de estudantes que respondeu ao questionário diagnóstico faz parte da matriz curricular que contém 128 horas destinadas ao estudo de Física. Por esse motivo, enfatizamos nossa pesquisa nessa matriz curricular, em que a disciplina de Física é oferecida durante os quatro primeiros semestres do curso, com duas horas-aula semanais. A disciplina, que é ministrada por professores graduados em Matemática com habilitação em Física, destina-se ao estudo da mecânica (cinemática e dinâmica), nos dois primeiros semestres, e ao estudo da termologia, óptica e ondas nos outros dois semestres. Em nenhum dos semestres há um espaço destinado ao estudo de temas de Astronomia.

Conforme podemos perceber no gráfico da figura 5, que contém alguns dados apontados pelos estudantes no questionário prévio, a ênfase dada à disciplina é bastante matemática e concluímos que ela é pouco relacionada à vida dos estudantes, por haver pouca alusão aos conceitos físicos necessários ao ensino de ciências nos anos iniciais.

Como não encontramos assuntos relacionados com Astronomia arrolados no conjunto de conteúdos da disciplina de Física, realizamos um mapeamento dos conteúdos da disciplina de Metodologia das Ciências, que com a entrada em vigor da nova matriz curricular passou a ser denominada Didática de Ciências. Ela possui uma carga horária de 80 horas, assim distribuídas: uma hora-aula semanal no 5º semestre do curso e duas horas-aulas semanais no 6º e 7º semestres. Seu objetivo principal é demonstrar aos estudantes metodologias e estratégias para o ensino de ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental e, embora contemple uma razoável quantidade de conteúdos, a Astronomia também não é abordada nessa disciplina.

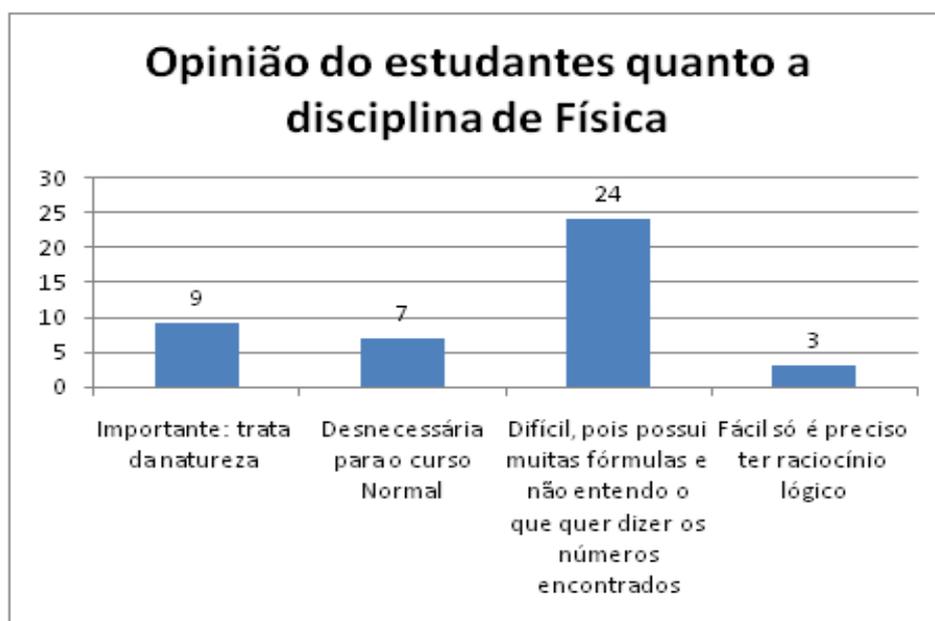


Figura 5 - Gráfico da opinião dos estudantes quanto à disciplina de Física

A falta de oportunidade de estudar conteúdos relacionados à Astronomia proporciona uma deficiência na formação desses estudantes. Uma deficiente preparação do professor nesse campo e nas demais áreas da ciência, normalmente, lhe traz dificuldades no momento de sua atuação em sala de aula (Langhi e Nardi, 2005) e isso é sentido pelos próprios estudantes. Conforme constatado no questionário prévio, o assunto que desperta a curiosidade (ver gráfico da figura 6), também, é algo que gera muitas inseguranças nos estudantes (ver gráfico da figura 7).

Acreditamos ser esse o motivo de o curso ter sido muito bem aceito pelos estudantes, conforme podemos perceber no gráfico da figura 8. Aceitação expressa não somente por

aqueles que se propuseram a frequentá-lo, mas também pelas justificativas dadas pelos demais relacionadas à opção por não seguir no magistério após a conclusão do curso e, assim, não haver necessidade de estudar tais conteúdos; não haver disponibilidade de horários; residir em outras cidades e, assim, ter dificuldades de acesso ao local do curso.

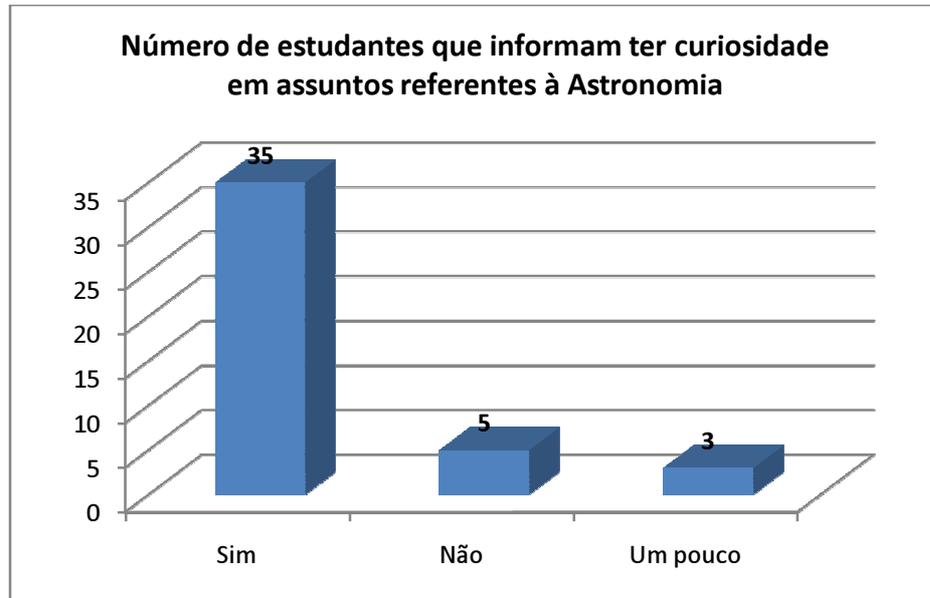


Figura 6 - Gráfico do número de estudantes que informam ter curiosidade em assuntos referentes à Astronomia

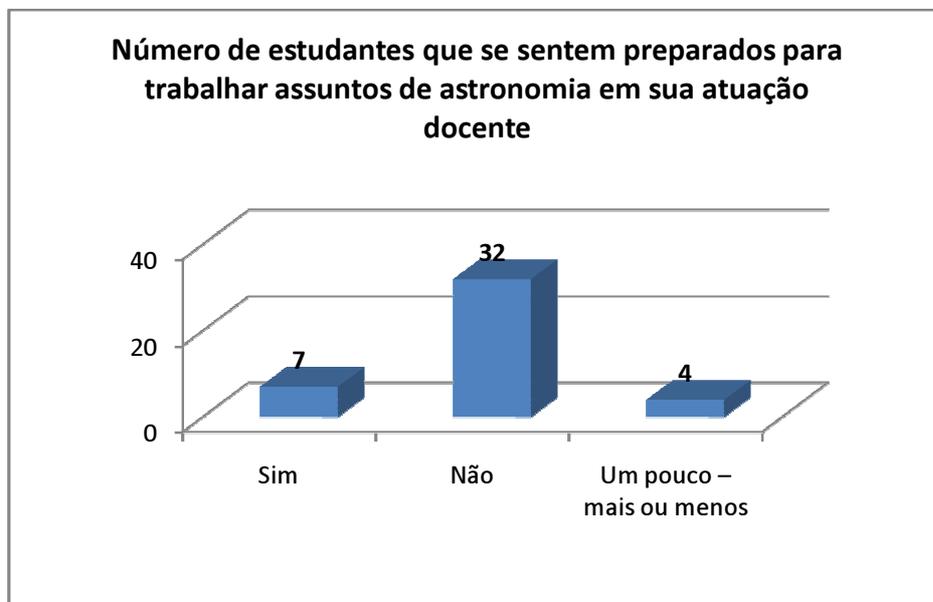


Figura 7 - Gráfico do número de estudantes que informam sentirem-se preparados para trabalhar conteúdos de Astronomia em sua futura profissão

Quase todos os estudantes que não se propuseram a frequentar o curso consideram o assunto interessante. Além disso, muitos estudantes que afirmaram ter vontade de participar

do curso relataram a necessidade de conciliar os horários do curso com os de outros compromissos assumidos anteriormente.

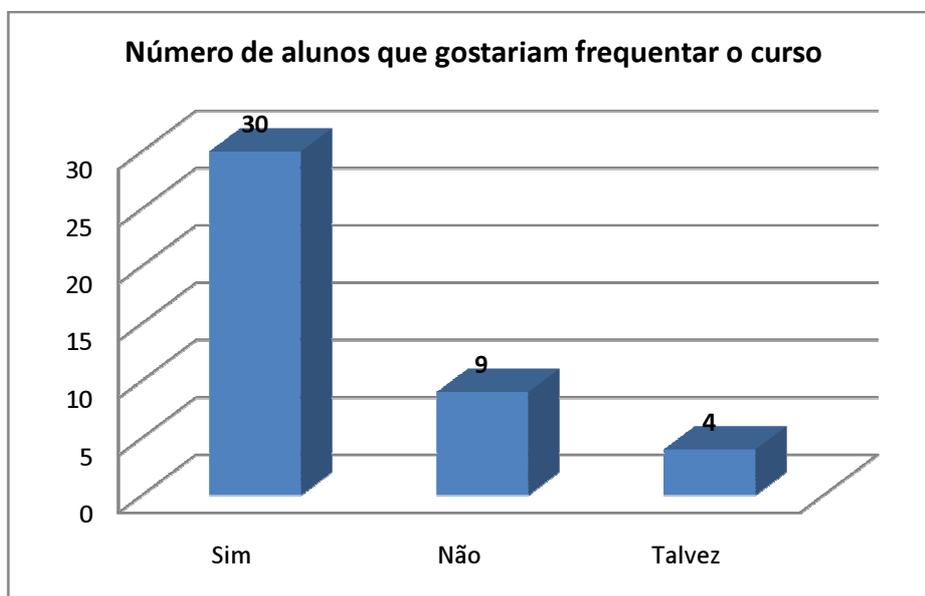


Figura 8 - Gráfico do número de estudantes que gostariam de frequentar o curso de *Astronomia: conceitos iniciais*

2.2.2 O planejamento do curso e a elaboração do material

Com base nos dados obtidos junto aos estudantes do 7º semestre do curso Normal da EENAV, concluímos que o tema Astronomia pode ser considerado um tópico motivador. Nossa conclusão se deve ao grande número de estudantes que admitiram ter curiosidade sobre o assunto. Acreditamos que essa curiosidade pode ter estimulado leitura, discussão e pesquisa sobre o assunto e, assim, a criação de conceitos iniciais na estrutura cognitiva dos estudantes, ou seja, os estudantes possuem disponível em sua estrutura cognitiva os subsunçores adequados (Moreira, 1999).

Nesse sentido, decidimos que, no curso, além das explicações do professor dadas em sala de aula, haveria um texto de apoio (Apêndice C) em que estaria disponibilizado todo o conteúdo das aulas. Dessa maneira, acreditamos proporcionar, de maneira mais tranquila, a assimilação e a diferenciação progressiva preconizadas pela teoria ausubeliana.

Os assuntos dispostos no texto de apoio, que são também os conteúdos base do curso, foram estabelecidos a partir dos dados levantados durante as duas pesquisas realizadas e citadas anteriormente. Os temas selecionados foram assim dispostos no referido texto de apoio: as distâncias no espaço sideral; a origem do Universo; as galáxias; formação e evolução estelar; constelações; o Sol; o Sistema Solar, o planeta Terra; os movimentos da Terra; a Lua; as fases da Lua; e, os eclipses. Optamos por essa ordem nos temas, pois entendemos que, para o futuro professor ser capaz de trabalhar os conceitos referentes à Astronomia de forma interdisciplinar, é necessário que ele perceba nossa pequenez diante do Universo e de tudo o que existe nele. Também cremos que ao conhecer as ideias principais sobre o Universo, fica mais fácil o entendimento do que ocorre com o nosso planeta.

Na elaboração dos textos que compõem o texto de apoio privilegiamos os aspectos qualitativos e a ênfase conceitual desses assuntos que procuramos abordar de forma simples, clara e com uma linguagem acessível aos estudantes. Construimos os textos dessa forma, por acreditarmos que as novas informações contidas neles facilmente poderiam se relacionar aos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos estudantes, uma vez que, conforme referimos anteriormente, esses estudantes não tiveram muitas aulas de Física.

Além disso, decidimos que deveríamos utilizar alguns instrumentos que servissem de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber (Moreira, 1999). Esses que, como referimos na fundamentação teórica, são chamados de pseudo-organizadores prévios foram selecionados de acordo com os assuntos abordados. Nos próximos itens descreveremos cada um deles e como foram aplicados.

Decidimos, ainda, que em cada encontro usaríamos dois instrumentos avaliativos, um no início e outro no final. Nosso objetivo para o primeiro era evidenciar o que o estudante já sabia sobre o assunto que iria ser trabalhado. Com o segundo, pretendíamos verificar a ocorrência da aprendizagem significativa, além de obtermos dados para a nossa pesquisa. Esses instrumentos foram construídos de acordo com os critérios estabelecidos por Ausubel e assim referidos por Moreira (1999)

[...] ao procurar evidências de compreensão significativa, a melhor maneira de evitar a “simulação da aprendizagem significativa” é formular questões e problemas de maneira nova e não familiar, que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido (Moreira, 1999, p. 156).

Em resumo, organizamos a estrutura dos encontros baseada nas ideias básicas da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Iniciávamos os encontros constatando o que o estudante já sabia; em seguida, utilizávamos um pseudo-organizador prévio para estabelecer uma ponte entre o que ele já sabia e a nova informação trabalhada; desenvolvíamos o conteúdo por meio de um texto de apoio que considerávamos motivador; e, por fim, procurávamos verificar ocorrência da aprendizagem significativa.

2.2.3 Critérios estabelecidos para a análise dos instrumentos avaliativos utilizados durante os encontros

Como referimos no item anterior, em cada um dos encontros foram aplicados dois instrumentos avaliativos. No primeiro, buscávamos saber o que o estudante já conhecia sobre os diferentes assuntos e, no segundo, identificar indícios da ocorrência da aprendizagem significativa. Esses instrumentos consistiam em questionários, registros de comentários ou memórias dos encontros, construção de mapas conceituais e representação de alguns fenômenos astronômicos através de desenhos.

Os questionários, tanto os aplicados no início quanto aqueles aplicados no término dos encontros, eram compostos de questões abertas sobre os conceitos abordados durante o encontro. Para que pudéssemos analisar e interpretar os dados obtidos, reunimos por semelhança as respostas fornecidas e elas foram classificadas como corretas, parcialmente corretas, incorretas e sem resposta, com estabelecimento de escores numéricos de 1 a 4 para representar a referida classificação. Quando as questões apresentassem respostas que contemplavam todos os conceitos envolvidos, recebiam escore 4. Aquelas em que as respostas se mostravam parcialmente corretas, ou seja, em que a ideia central estava registrada, mas faltava um ou outro conceito ou eles eram expressos de forma incompleta, recebiam escore 3. As questões respondidas equivocadamente recebiam escore 2 e as não respondidas 1. Acreditávamos que a comparação entre os escores obtidos no questionário inicial e final de cada encontro em que foi aplicada essa técnica poderia nos mostrar a evolução de cada conceito solicitado.

Nos registros efetuados pelos estudantes durante os encontros, fossem na forma de comentários, memórias dos encontros ou pequenas anotações, procurávamos identificar partes

que demonstrassem os conhecimentos prévios, quando solicitados no início do encontro, e a compreensão significativa dos conceitos, quando realizados no término. Em relação aos registros feitos no término de cada encontro, os trechos foram reunidos em dois grupos. No primeiro, agrupamos os que apresentaram a identificação dos conceitos abordados nos encontros e, no outro, os que evidenciaram transposição desses conceitos a novos contextos ou situações. Imaginávamos que assim poderíamos perceber indícios da aprendizagem significativa, uma vez que os estudantes necessitavam transformar o conhecimento adquirido.

Quanto aos mapas conceituais, seguimos as concepções de Moreira (2006). Para o autor os mapas conceituais são os diagramas que indicam relações entre conceitos de um determinado conhecimento, podendo também ser interpretados como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de um corpo de conhecimento na estrutura cognitiva do estudante. Nesse sentido, ao analisarmos os mapas iniciais e finais construídos pelos estudantes no encontro II, procuramos observar se eles contemplavam em seus trabalhos os principais conceitos abordados no encontro. Ainda observamos a forma como eles “hierarquizavam, diferenciavam, relacionavam e integravam os conceitos discutidos, pois na avaliação através de mapas conceituais a principal ideia é a de avaliar o que o aluno sabe em termos conceituais” (Moreira, 2006. p.19).

A construção dos esboços ou desenhos foi utilizada para a verificação da aprendizagem significativa dos movimentos de rotação e translação terrestre. Neles, os estudantes necessitavam transpor os conceitos estudados para novos contextos. Assim, nos concentramos em averiguar se eles representaram em seus desenhos alguns aspectos importantes discutidos no encontro:

- a Terra com forma aproximadamente esférica e possuindo uma inclinação entre os planos de rotação e translação;
- a esfera que representa a Terra com dimensões menor do que a usada para representar o Sol;
- a representação retilínea dos raios solares para a atribuição da ocorrência dos dias e das noites;

Para o questionário utilizado como instrumento de avaliação do curso não estabelecemos escore para as respostas dadas, realizamos a análise do conteúdo dos discursos dos estudantes. O que esperávamos era a opinião dos estudantes para com a metodologia utilizada, o material disponibilizado, a atuação do professor e sugestões para futuras implementações.

No capítulo 4 dessa dissertação faremos a apresentação dos resultados obtidos por meio desses instrumentos de avaliação e uma análise desses de acordo com os critérios aqui estabelecidos.

3 APLICAÇÃO DA PROPOSTA

Nossa proposta foi desenvolvida de 18 de abril a 18 de julho de 2009, sempre aos sábados, no horário das 8 horas às 12 horas. O local de realização das atividades foi o Laboratório de Física do ICEG da UPF.

Dividimos o curso em 8 encontros. Os assuntos discutidos em cada um deles estão dispostos na tabela 1.

Tabela 1 - Assuntos discutidos em cada encontro do curso *Astronomia: conceitos iniciais*.

Encontros	Data dos encontros	Assuntos discutidos
1º Encontro	18 de abril de 2009	Distâncias no espaço sideral A origem do Universo Galáxias
2º Encontro	09 de maio de 2009	Formação e evolução estelar
3º Encontro	23 de maio de 2009	Constelações
4º Encontro	06 de junho de 2009	Sol: a estrela do Sistema Solar
5º Encontro	13 de junho de 2009	O Sistema Solar
6º Encontro	27 de junho de 2009	O planeta Terra
7º Encontro	11 de julho de 2009	A Lua – o nosso satélite Suas fases e eclipses
8º Encontro	18 de julho de 2009	Avaliação do curso e confraternização

No item 3.2 desta dissertação, faremos uma descrição detalhada de cada um dos encontros, de maneira que o leitor possa ter uma visão pormenorizada de como transcorreu o curso *Astronomia: conceitos iniciais*.

3.1 Caracterização do grupo com o qual foi desenvolvida a proposta

Dos 34 estudantes que demonstraram interesse em frequentar o curso, apenas 13 efetivaram suas inscrições. Eles preencheram com seus dados o questionário contido na ficha de inscrição (Apêndice B), com o qual obtivemos os dados para caracterizar o grupo de estudantes e nos auxiliou na aplicação da proposta aqui apresentada.

Os dados obtidos na referida ficha de inscrição permitem afirmar que o grupo, formado por doze estudantes do sexo feminino e apenas um do sexo masculino, é homogêneo quanto à idade dos estudantes, sendo a média etária de 17 anos, como podemos ver no gráfico da figura 9.



Figura 9 – Distribuição do número de estudantes em função da idade.

Ao analisar os dados da ficha de inscrição para o curso, constatamos que 11 dos estudantes (84%) residiam no próprio município de Passo Fundo, RS e que 8 deles (62%) já tiveram oportunidade de atuar como professores em escolas de educação infantil. Os demais afirmaram que já tiveram experiência docente nas disciplinas práticas oferecidas durante o curso de formação de professores. Vale lembrar que os estudantes que não residiam no município de Passo Fundo deslocavam-se todos os dias de seus municípios (Coxilha e Ernestina) para frequentar o curso de formação de professores e também o curso oferecido por esta proposta.

O motivo que levou os estudantes a se inscreverem e a frequentar nosso curso foi o grande interesse e curiosidade por assuntos relacionados com Astronomia (para 8 deles) e a possibilidade de aquisição de novos conhecimentos que pudessem ser aplicados em sua futura profissão. Suas expectativas em relação ao curso relacionavam-se com a ampliação de seus conhecimentos e aquisição de subsídios para a futura profissão.

3.2 Os encontros

3.2.1 Encontro I

Para o primeiro encontro consideramos três objetivos e um grande desafio. O desafio consistia em atender às expectativas dos estudantes para com o curso e manter os alunos motivados e curiosos durante toda a atividade. Quanto aos objetivos deste encontro, inicialmente pretendíamos construir o significado físico das grandezas ano-luz e unidade astronômica, uma vez que essas unidades de distância são muito utilizadas quando se estuda Astronomia. Também pretendíamos apresentar a “Teoria do Big Bang” como sendo a teoria científica mais aceita atualmente para a explicação da origem do Universo. Pensamos que, dessa forma, conseguiríamos explicar os conceitos de Universo e de galáxias, nosso segundo objetivo. Após a compreensão, por parte dos estudantes, desses conceitos, também eram nossos objetivos identificar as diferentes formas e o grande número de galáxias presentes no Universo; caracterizar a Via Láctea, nossa galáxia, e Grupo Local de galáxias.

Como referido no item 2.1 desta dissertação, os encontros foram organizados a partir das ideias da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. De acordo com tal teoria, iniciamos o primeiro encontro procurando saber o que os estudantes já sabiam sobre o assunto. Para isso, utilizamos um questionário, que chamamos de questionário de levantamento de informações (Apêndice I), com cinco questões abertas sobre os assuntos que a ser trabalhados. Buscávamos saber qual a concepção dos estudantes sobre Universo e galáxias e, também, que explicações davam para a origem do Universo, pois com isso identificaríamos os subsunçores existentes nas estruturas cognitivas dos sujeitos. Esse

questionário foi utilizado no final do encontro para a verificação da aprendizagem, para a coleta de dados e, também, foram utilizados na elaboração desta dissertação.

Para estabelecer a “ponte” entre os conhecimentos prévios manifestados pelos estudantes e as novas informações abordadas no primeiro encontro, utilizamos um documentário em vídeo denominado O Universo – Além do Big Bang. Esse documentário, produzido por Workaholic Productions INC, apresenta em 90 minutos a história das descobertas da ciência sobre corpos celestes. Ele inicia com a apresentação das concepções de Aristóteles e Ptolomeu, para mais tarde discutir as contribuições de Copérnico, Kepler, Galileu, Newton e chegar à Física de Einstein. Optamos por utilizar apenas duas partes do documentário por entendermos que uma apresentação de um vídeo de 90 minutos deixaria os estudantes cansados e perderíamos a característica introdutória do vídeo. Esse documentário está disponível na internet, no site <http://youtube.com/?gl=1>, dividido em 9 partes de 10 minutos. Usamos as partes 1 e 6, porque na primeira parte, disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=FtBTJ20b1QM>, encontra-se a ideia de que o Big Bang, ocorrido há 13,7 bilhões, é o responsável pela origem do Universo e essa parte do documentário também apresenta noções dos conceitos de galáxias e de Universo. De maneira complementar, a parte 6, disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=dfAzfEE9NNs>, apresenta com maiores detalhes a “Teoria do Big Bang”, evidenciando as descobertas de Hubble².

Para alcançar nosso primeiro objetivo, foi lido e discutido o texto “As distâncias no espaço sideral”, do texto de apoio (Apêndice C, p.111). No debate, iniciado após a leitura, procuramos enfatizar o significado físico dessas distâncias, ou seja, reconhecer um ano-luz como sendo a distância que a luz se desloca em um ano, com velocidade aproximada de 300 mil quilômetros por segundo, além de identificar a unidade astronômica como sendo a distância média entre a Terra e o Sol. Para reforçar o que foi trabalhado, disponibilizamos aos estudantes uma lista de exercícios sobre o tema, que contém 8 questões e se encontra disponível no Apêndice M dessa dissertação. Na busca por atingir todos os objetivos, debatemos os assuntos sobre a origem do Universo, galáxias que formam o Universo, número, forma e nomenclatura de galáxias com base nos textos “A origem do Universo” e “Galáxias” (Apêndice C, p.112 - 113). Para apresentar imagens de algumas formas de galáxias, utilizamos a visualização de imagens em slides do PowerPoint (Apêndice D).

² Edwin Powell Hubble um astrônomo americano famoso por ter descoberto que as até então chamadas nebulosas eram na verdade galáxias fora da Via Láctea e que elas afastam-se umas das outras a uma velocidade proporcional à distância que as separa.

Ao final do encontro, como já referimos, solicitamos que os estudantes respondessem novamente ao questionário de levantamento de informações. Ele foi entregue em outra folha e recolhido posteriormente. A discussão e análise dos dados obtidos neste encontro serão apresentadas no próximo capítulo.

3.2.2. Encontro II

A formação e a evolução estelar foram os assuntos abordados no segundo encontro da aplicação da proposta aqui apresentada. Buscamos, nesse encontro, que os estudantes compreendessem as estrelas como astros que não são perpétuos como parecem, isto é, que elas nascem no interior de uma nebulosa, passam por diferentes fases evolutivas e, no final de sua vida, transformam-se em um corpo compacto.

Para iniciarmos a atividade, proporcionamos aos estudantes um momento em que eles pudessem assistir ao documentário Via Láctea: o nascimento e morte das estrelas. Entendíamos que tal documentário, disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=w04w7JRCKME> e produzido por York Films of England, serviria de “ponte” entre o que os estudantes já sabiam e o assunto que seria estudado. Também, acreditávamos que ele facilitaria a compreensão significativa do conteúdo proposto, caso os estudantes não dispusessem, em suas estruturas cognitivas, de conceitos relevantes sobre esse tópico.

Enquanto os estudantes assistiam ao documentário, solicitamos que cada um registrasse em uma folha de ofício suas dúvidas, indagações, curiosidades ou considerações sobre o assunto. Pretendíamos, com essa atividade, construir um painel que tornasse público os conhecimentos prévios dos estudantes. A figura 10 apresenta o painel produzido pelo grupo de estudantes.



Figura 10 - Foto do painel construído com os conhecimentos prévios dos estudantes

Analisando esses registros encontramos afirmações como “... as estrelas grandes vivem menos, já as médias como o Sol tem vida maior” (aluno 1); “... a partir da explosão de estrelas podem surgir os buracos negros” (aluno 2) e “... em nuvens de hidrogênio luminoso nascem às estrelas”(aluno 3). Isso demonstra a existência de subsunçores na estrutura cognitiva dos estudantes. No entanto, outras afirmações como “... as pequenas apagam”(aluno 4); e “Ciriús é a estrela mais brilhante do universo”(aluno 5) evidenciam que muitos dos conhecimentos prévios existentes são pouco estruturados e possuem alguns erros conceituais. Também constatamos nos registros um grande número de indagações, questionamentos - “Por que as estrelas morrem jovens?”(aluno 6); “Por que as estrelas tem cores diferentes?”(aluno 6); “O que é um buraco negro?”(aluno 7); “Como nasce uma estrela?”(aluno 8); “Como morre uma estrela?”(aluno 9); “O centro da Via Láctea é o Sol?”(aluno 10) e “Após a estrela queimar os gases, ela subitamente explode. Por que somente os gases hélio e hidrogênio?”(aluno 5) - que demonstram a curiosidade provocada nos estudantes por esse tema. Todos os registros reforçam a nossa concepção de que a Astronomia é um material motivador.

Na seqüência desse encontro procuramos discutir como surgem as estrelas, como são classificadas segundo suas características físicas, os fenômenos que ocorrem durante o período de seqüência principal e como se dá o seu fim. Para isso, tomamos como ponto de partida os registros coletados na atividade anterior e nos apoiamos no texto “Formação e evolução estelar” (Apêndice C, p. 114 - 118). Para nortear a discussão, fizemos uso de uma

apresentação em PowerPoint (Apêndice E), com slides construídos com o intuito de abordar os conceitos presentes no texto através de imagens e com pequenos comentários sobre o assunto. Acreditamos que, dessa forma, os conceitos discutidos ficam mais claros e concretos, podendo ser incorporados mais facilmente à estrutura cognitiva dos estudantes.

Para finalizar esse encontro, procuramos constatar a ocorrência da aprendizagem significativa. Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando o conteúdo apreendido está claro, preciso e pode ser transferido pelos estudantes a situações novas, diferentes daquelas que foram usadas para o seu ensino. Nesse sentido, ao término da discussão da formação e da evolução estelar, solicitamos aos estudantes que, em grupos, constituíssem mapas conceituais do conteúdo trabalhado. Optamos pela utilização de mapas conceituais nessa atividade porque, segundo Moreira (2006), eles são bons instrumentos de avaliação, uma vez que exigem dos estudantes uma postura diferente daquelas utilizadas em outros instrumentos avaliativos.

Os estudantes foram divididos em três grupos para construir um mapa conceitual por grupo. A figura 11 mostra um grupo discutindo para a construção do seu mapa.



Figura 11 - Foto dos estudantes discutindo os assuntos para a construção de seu mapa conceitual

Após a discussão nos grupos e construção dos mapas, os estudantes apresentaram seu trabalho para toda a turma.

As figuras 12, 13 e 14 apresentam os mapas conceituais iniciais construídos pelos estudantes. No próximo capítulo desta dissertação, analisaremos mais detalhadamente os materiais produzidos e compararemos as versões iniciais e finais dos mapas.



Figura 12 - Mapa conceitual inicial construído pelo grupo 1

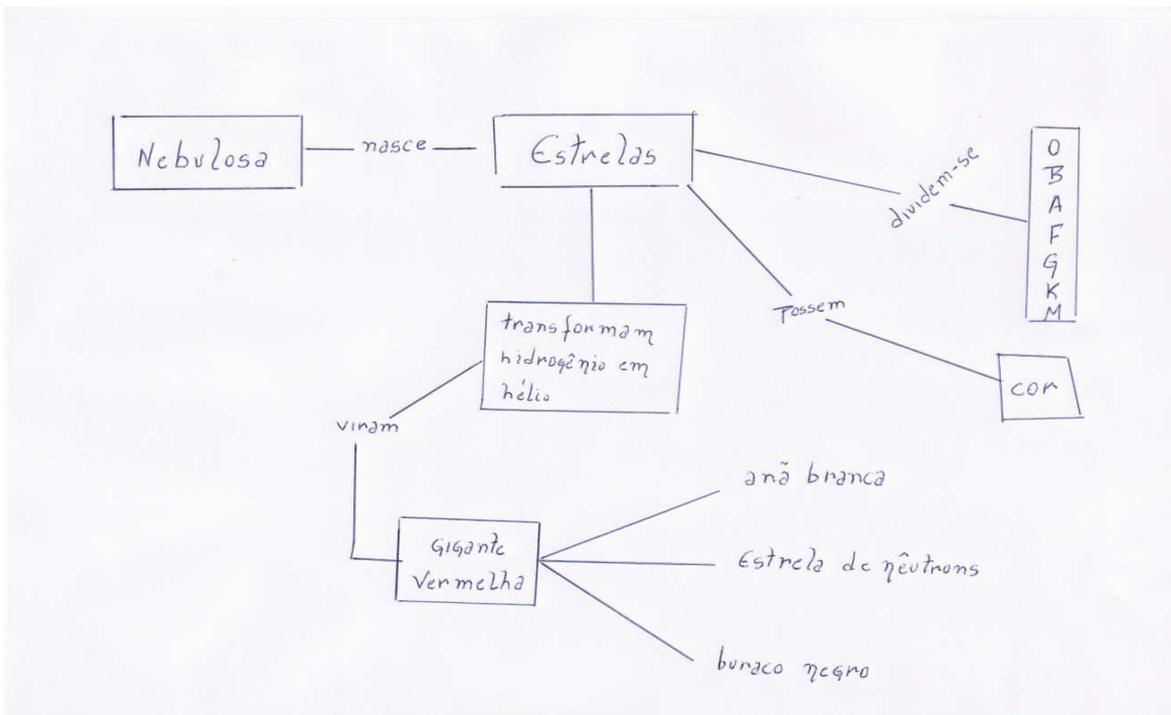


Figura 13 - Mapa conceitual inicial construído pelo grupo 2

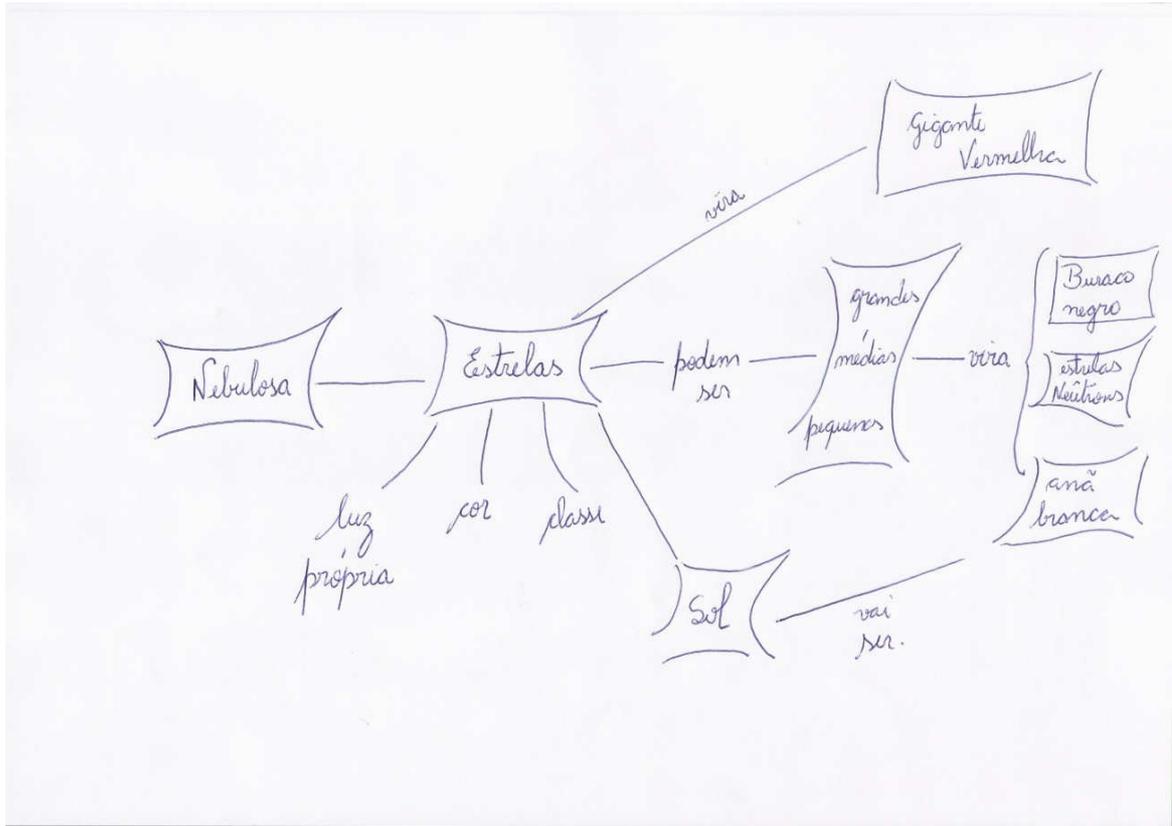


Figura 14 - Mapa conceitual inicial construído pelo grupo 3

3.2.3 Encontro III

O terceiro encontro foi destinado ao estudo das constelações. Com ele, buscamos levar os alunos a compreender o que é uma constelação, além de identificá-las de acordo com a sua posição relativa às principais referências da esfera celeste. Também foi nosso objetivo discutir a denominação dada a essas constelações ao longo do tempo e que continuam sendo utilizadas até nossos dias.

Neste encontro, assim como nos demais, trabalhamos de forma que os conteúdos fossem compreendidos significativamente, ou seja, que os conceitos que envolvem constelações fossem ancorados a subsunçores existentes na estrutura cognitiva dos estudantes, a fim de que ocorresse um processo de interação no qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagissem com o novo material, servindo de ancoradouro, incorporando-o e assimilando-o e, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem (Moreira e Ostermann, 1999b). Nesse sentido, procuramos desenvolver as atividades desse encontro em

um ambiente que lembrava o ambiente vivenciado pelos estudantes. Para isso, todas as atividades foram baseadas na projeção do céu noturno da cidade de Passo Fundo – RS, em uma noite escura e sem nuvens, obtida através do uso do software STELLARIUM, que pode ser adquirido gratuitamente no site <http://stellarium.org>. Ele é um planetário de código para computador e mostra um céu realista igual ao que se pode ver a olho nu, com binóculos ou telescópios.

No intuito de tornar a projeção ainda mais próxima da realidade, usamos dois computadores e dois projetores que faziam a imagem fornecida pelo software STELLARIUM se formar em um anteparo com forma de arco, lembrando a esfera celeste. Como podemos perceber nas fotos da figura 15, 16 e 17, o arco foi construído artesanalmente, usando panos brancos e canos PVC³.



Figura 15 - Foto do arco onde foi projetada a imagem do céu noturno da cidade de Passo Fundo, RS

Iniciamos o encontro apresentando aos estudantes o software. Para isso, fizemos uso de um guia de utilização do mesmo (Apêndice N) previamente elaborado. Na sequência, solicitamos que eles se dividissem em grupos de 3 componentes e um grupo por vez simulasse, através da projeção fornecida pelo software STELLARIUM, o céu noturno da cidade em diferentes épocas do ano. Acreditamos que com essa atividade seria possível verificar os conhecimentos prévios dos estudantes e evidenciar os possíveis subsunções

³ O cenário utilizado para a projeção das imagens foi construído por um grupo de estudantes do curso de Física da UPF e utilizado com ajuda dos mesmos.

existentes em suas estruturas cognitivas. Para que pudéssemos coletar dados e identificar os conhecimentos prévios, pedimos aos estudantes que, durante a simulação, registrassem suas considerações ou comentários e os entregassem no final da atividade. Essa atividade também serviria de ponte entre os conhecimentos prévios dos estudantes e o assunto que seria discutido ao longo do encontro.



Figura 16 - Foto de um dos computadores e projetores usados na projeção



Figura 17 - Foto da projeção do céu noturno da cidade de Passo Fundo obtida através do software STELLARIUM

Durante a análise dos registros alguns trechos nos chamaram a atenção. Trechos como: “... assim como na realidade existem milhares de estrelas no céu. No entanto, alguns pontos luminosos não são planetas que refletem a luz do Sol.”(aluno 5); “... é lindo visualizar este imenso conjunto de estrelas que formam as constelações!”(aluno 4) e “Durante o verão o anoitecer ocorre mais tarde, no inverno é o contrário...”(aluno 10), que demonstram a presença de conhecimentos prévios e subsunçores na estrutura cognitiva dos estudantes. Já esperávamos que isso ocorresse, uma vez que durante o encontro passado, apresentado no item 3.2.2 desta dissertação, surgiram várias discussões sobre esse tema.

Destacamos também as seguintes afirmações, contidas nos registros: “Pelo programa é mais fácil reconhecer as constelações e ter ao mesmo tempo a noção de como o espaço é imenso e a distância entre os corpos é grande [...] é praticamente impossível contar as estrelas, pois elas são muitas.”(aluno 11) e “[...]podemos observar no Stellarium, nosso céu, nele presente as estrelas, com suas cores e tamanhos, já vistos na aula anterior.”(aluno 3). Isso confirmou nossa intenção de que essa atividade servisse de estratégia didática para a construção de uma visão panorâmica do tema que seria abordado.

A seguir passamos a discutir o conceito de constelação. Para tal, apoiamos-nos na projeção do céu noturno da cidade de Passo Fundo obtida novamente pelo software STELLARIUM, e no texto “Constelações” (Apêndice C, p. 118 - 122). Essa simulação serviu para enfatizar o fato de que cada estrela que aparece no céu faz parte de um agrupamento aparente de estrelas que é denominado constelação. Procuramos salientar que esse agrupamento é aparente, pois as estrelas não estão realmente próximas uma das outras, apenas aparecem na mesma região da esfera celeste. Ainda, com o uso de um dos recursos do software mostramos aos estudantes as imagens que os povos da antiguidade visualizavam quando olhavam para o céu e uniam as estrelas com linhas imaginárias.

Como podemos perceber nas fotografias das figuras 18 e 19, os estudantes participaram ativamente da atividade.



Figura 18 - Foto dos estudantes participando da visualização da projeção do céu noturno de Passo Fundo – RS em uma noite escura e sem nuvens

No enceramento desse encontro motivamos os estudantes a retornarem aos grupos formados inicialmente e efetuarem novas simulações do céu noturno da cidade de Passo Fundo, RS em diferentes épocas do ano. Durante a atividade, cada um deles deveria escrever uma pequena memória do encontro. Pretendíamos, com essa atividade, constatar indícios da aprendizagem significativa. Utilizamos como registro dos estudantes a memória do encontro, pois, segundo Ausubel, a única maneira de avaliar, em certas situações, se os alunos, realmente, compreenderam significativamente as ideias trabalhadas (Moreira e Ostermann, 1999b) é fazendo-os verbalizá-las.



Figura 19 - Foto dos estudantes durante a projeção do céu noturno de Passo Fundo

3.2.4 Encontro IV

Depois de três encontros sequenciais nos quais apresentamos e debatemos os conceitos referentes à constituição do Universo, à compreensão das galáxias, a formação e a evolução estelar e às constelações pertencentes à esfera celeste, o quarto encontro foi dedicado ao estudo do Sol. Nosso principal objetivo foi proporcionar aos estudantes situações que os levassem à compreensão significativa da constituição do maior astro do nosso sistema, suas características físicas, principais fenômenos que ocorrem em sua superfície e a sua importância para a vida na Terra.

Iniciamos o encontro pedindo que cada estudante respondesse a um questionário inicial, que denominamos questionário para levantamento de dados (Apêndice J), composto de 8 questões abertas sobre o Sol e procurava desvelar a estrutura cognitiva preexistente, ou seja, os conceitos, as ideias, as proposições sobre o tema disponíveis na mente dos indivíduos (Moreira e Ostermann, 1999b). Acreditamos que com esse instrumento seria possível verificar o que os estudantes já conheciam sobre o astro dominante do Sistema Solar.

Para fazer a ligação entre os conhecimentos prévios manifestados pelos estudantes e os assuntos relacionados com a estrela Sol, usamos novamente um documentário. O vídeo escolhido para essa atividade foi “El Universo 2: Los Secretos Del Sol”, produzido por Andrea Boscan e Nicky Woodhouse e disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=xMmnWmzpI6Y>. Nossa opção por esse documentário se deve ao fato de ele apresentar, em 10 minutos, as principais características do Sol. Assim, acreditamos nele como um material introdutório capaz levar os estudantes ao desenvolvimento de conceitos que facilitarão a aprendizagem subsequente (Moreira e Ostermann, 1999b).

Dando continuidade a este encontro, procuramos discutir as características físicas do Sol, encarando-o como uma estrela bastante comum, composta de gás incandescente e responsável pela vida em nosso planeta. Abordamos a sua constituição, os principais fenômenos que ocorrem na sua superfície e a hipótese de sua morte. Para isso, usamos o texto “Sol: a estrela do Sistema Solar” (Apêndice C, p. 122 - 125) e uma apresentação em slides (Apêndice F) com imagens e comentários sobre o tema. Com a utilização desses materiais procuramos criar um ambiente adequado para que os estudantes elaborassem seus esquemas

mentais num processo de assimilação, de forma a favorecer uma interpretação correta do que é o Sol.

No processo de assimilação, preconizado por Ausubel, o resultado da interação que ocorre na aprendizagem significativa entre o novo material a ser aprendido e a estrutura cognitiva existente é uma assimilação de antigos e novos significados que contribui para a diferenciação dessa estrutura (Moreira e Ostermann, 1999b). Nesse sentido, optamos por apresentar no final do debate o vídeo da campanha publicitária do Ano Internacional de Astronomia / 2009, que está disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=fGVc0j9nIKc>, e apresenta uma seleção de imagens que abordam todos os conceitos discutidos anteriormente.

No final do encontro buscamos evidências da aquisição de significados, por parte dos estudantes, do conteúdo estudado. Para Ausubel, essa aquisição é o produto da aprendizagem significativa e, segundo Moreira e Ostermann, ocorrem quando

[...] o significado potencial (significado lógico) do material de aprendizagem converte-se em conteúdo cognitivo diferenciado e idiossincrático por ter sido relacionado, de maneira substantiva e não-arbitrária, e interagindo com ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva do indivíduo (Moreira e Ostermann, 1999b, p. 52)

Solicitamos que os estudantes respondessem a um questionário com as mesmas questões do questionário de levantamento de dados respondido no início do encontro. Ele foi recolhido ao final da atividade e, como referido anteriormente, objetivava constatar indícios da aprendizagem significativa e também coletar dados para a nossa pesquisa.

3.2.5 Encontro V

Nosso objetivo neste encontro, realizado em 13 de junho de 2009, foi discutir as principais características do Sistema Solar. Buscamos que os estudantes compreendessem significativamente esse sistema que se constitui do Sol, o astro dominante, dos oito planetas com suas luas e anéis, além dos planetas anões, asteróides e cometas. Pretendemos também,

evidenciar a localização do nosso sistema na Via Láctea, a galáxia que pertencemos, e discutir as três leis estabelecidas pelo astrônomo alemão Johannes Kepler (1571 – 1630) para o movimento de translação dos planetas em torno do Sol.

Começamos o encontro projetando em um anteparo imagens dos corpos celestes pertencentes ao Sistema Solar. Projetamos imagens do Sol, dos planetas, de alguns satélites, além de cometas e asteróides. Durante a visualização dessas imagens motivamos os estudantes a comentar oralmente o que viam. Nossa intenção era que em um ambiente tranquilo, os estudantes expressassem espontaneamente seus conhecimentos prévios, e assim, conseguíssemos identificar os subsunçores que serviriam de âncora para a compreensão pretendida. Entendemos que, com essa atividade, seria possível realizar a conexão entre os conhecimentos iniciais expressados pelos estudantes e o assunto que seria estudado, pois as imagens projetadas contemplavam detalhes dos corpos celestes que preenchiam a lacuna entre o que eles já sabiam e que deveriam saber.

A partir dos dados coletados e na tentativa de alcançar nossos objetivos para este encontro, foi lido e debatido o texto “O Sistema Solar”, o sétimo do texto de apoio (Apêndice C, p. 125 - 136), que contém as características físicas do sistema, sua localização na galáxia, bem como a hipótese aceita cientificamente para sua origem. Ainda, apresenta as principais características dos planetas e a diferenciação destes para os outros corpos que fazem parte do Sistema Solar. A partir daí, esperamos que surgisse nos estudantes uma pré-disposição à mudanças estruturais de pensamentos acerca do assunto e que se efetivasse uma diferenciação progressiva dos conceitos subsunçores.

Na sequência do encontro, propusemos uma atividade lúdica. Sugerimos a construção de uma maquete do Sistema Solar com o objetivo de alcançarmos a aprendizagem significativa representacional. Segundo Moreira (1999), Ausubel distingue três tipos de aprendizagem significativa: a representacional, a de conceitos e a proposicional. Conforme esse autor a aprendizagem representacional é

o tipo mais básico de aprendizagem significativa, do qual os demais dependem. Envolve a atribuição de significado a determinados símbolos (tipicamente palavras), isto é, a identificação, em significado, de símbolos com seus referentes (objetos, eventos, conceitos). Os símbolos passam a significar, para o indivíduo, aquilo que seus referentes significam. (Moreira, 1999, p. 157)

Nesse sentido, entregamos aos estudantes um roteiro para a construção da referida maquete (Apêndice O). Ele sugeria que todos os corpos representados fossem construídos de acordo com uma relação de proporção com os tamanhos reais. O mesmo ocorreu com as distâncias entre os planetas. As figuras 20, 21 e 22 ilustram alguns momentos da construção da maquete.



Figura 20 - Foto dos estudantes construindo o suporte que representaria o Sol



Figura 21 - Foto dos estudantes colorindo as esferas que representariam os planetas



Figura 22 - Foto da maquete construída

Ao término do encontro pedimos que cada estudante escrevesse um pequeno comentário sobre os assuntos abordados. Vimos nessa atividade a possibilidade de verificar a aprendizagem significativa, pois o que estávamos propondo era uma atividade de aprendizagem, sequencialmente dependentemente da outra, a qual não poderia ser executada sem uma genuína compreensão da precedente (Moreira e Ostermann, 1999b).

3.2.6 Encontro VI

Conforme já referimos no item 2.2 desta dissertação, para que pudéssemos ter subsídios para a definição dos conceitos que seriam abordados em nossa experimentação didática, realizamos uma pesquisa nos planos de estudo de três escolas da cidade de Passo Fundo, RS. Procuramos verificar quais conceitos de Astronomia faziam parte dos currículos das primeiras séries do Ensino Fundamental. Constatamos que durante essas séries é dada grande ênfase aos assuntos relacionados ao planeta Terra. Assim, elaboramos para este encontro atividades que fossem capazes de levar os estudantes à compreensão significativa da origem e evolução do nosso planeta, sua forma, tamanho, constituição e, principalmente, os movimentos de rotação e translação executados pela Terra.

Como esses conteúdos deverão ser trabalhados adequadamente nas futuras atuações profissionais dos estudantes, o que pode ser conseguido por uma transposição didática e metodologia de ensino apropriada (Langhi e Nardi, 2005), também foi nosso objetivo a construção de um material didático. Pretendíamos que os estudantes confeccionassem um objeto de ensino que simulasse os movimentos de rotação e translação terrestre.

A construção deste objeto de ensino (Figura 23) foi a primeira atividade realizada nesse encontro. Para isso, distribuímos aos estudantes o material necessário e um roteiro de construção elaborado por Santos (1996, p. 19) (Apêndice P), solicitando que seguissem as orientações do roteiro e construíssem seu próprio material.

Aproveitando esse momento em que todos estavam envolvidos na atividade de construção, procuramos estabelecer um diálogo em particular com cada um dos estudantes para verificar os conhecimentos que eles já possuíam sobre o planeta Terra e seus movimentos. Constatamos nessas conversas, como afirmam Pacca e Scarinci (2006), que os estudantes já detêm uma grande quantidade de informações sobre os astros e seus movimentos. Tais conhecimentos evidenciaram-se em afirmações do tipo “... a Terra não é uma esfera perfeita como esta”(aluno 11) ou “... as estações do ano dependem da inclinação da Terra.”(aluno 3). No entanto, afirmações como “...é estranho pensar que é a Terra que se move ao redor do Sol...”(aluno 12) demonstram que eles não conseguem conectar as informações recebidas nos bancos escolares com as outras que vivenciam no mundo real à sua volta (Pacca e Scarinci, 2006).

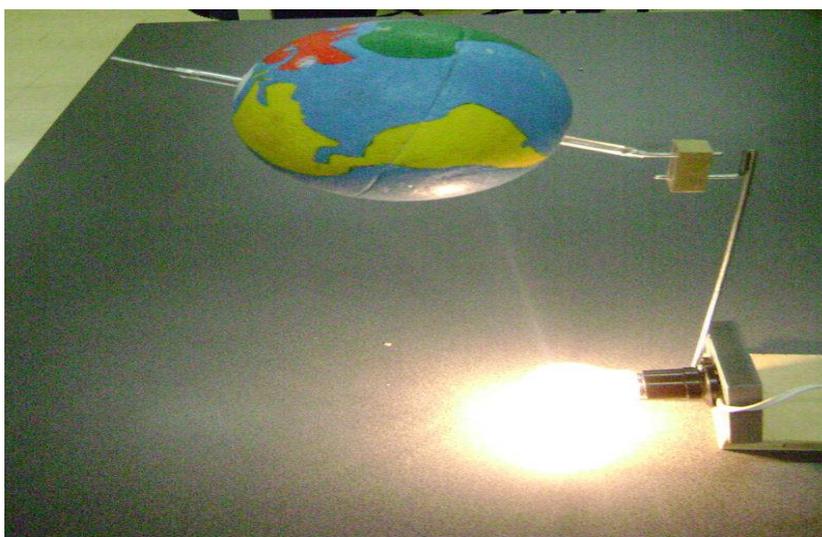


Figura 23 - Foto do objeto de ensino construído pelos estudantes

Com o término da construção do material, motivamos os estudantes a simularem os movimentos de rotação e translação da Terra. Acreditamos que essa atividade ligaria seus conhecimentos prévios aos conceitos desenvolvidos durante o encontro. Também desejamos ter condições de fazer a discussão dos conteúdos contidos no texto “O planeta Terra”, o oitavo do texto de apoio (Apêndice C, p. 136 – 143), porque segundo Ausubel

Uma vez que o problema organizacional substantivo (identificação dos conceitos organizadores básicos de uma dada disciplina) está resolvido, a atenção pode ser dirigida aos problemas organizacionais programáticos envolvidos na apresentação e no arranjo seqüencial das unidades componentes. (Ausubel, 1978 apud Moreira e Ostermann, 1999b, p. 46)

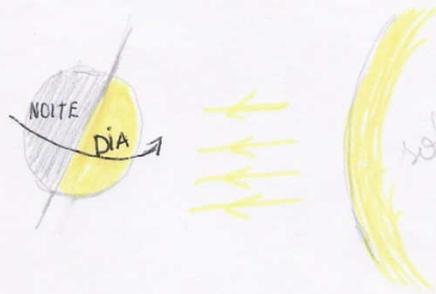
A discussão do texto se deu a partir da sua leitura e todos os conceitos contidos nele eram apresentados de forma expositiva. Os estudantes recebiam as novas informações prontas e acabadas, isto é, tudo o que deveria ser aprendido era apresentado em sua forma final. Segundo Ausubel, esse tipo de aprendizagem, denominado por ele de aprendizagem receptiva, não é obrigatoriamente mecânica e pode se constituir em uma aprendizagem significativa quando o novo conteúdo incorpora-se, de forma não-arbitrária e não-literal, à estrutura cognitiva (Moreira, 1999).

Como última atividade do encontro, cada estudante expressou através de um desenho os movimentos de rotação e translação da Terra. Com os desenhos, que foram recolhidos no final da atividade, pudemos constatar indícios da ocorrência da aprendizagem significativa. Optamos por solicitar a representação dos conceitos estudados em forma de desenho, pois os estudantes precisariam transpor sua interpretação dos conceitos estudados em um contexto diferente daquele encontrado no material utilizado no encontro. A figura 24 apresenta um dos desenhos elaborados pelos estudantes.

6ª Aula da aplicação do projeto de dissertação do mestrado: "UMA PROPOSTA PARA TRABALHAR CONCEITOS BÁSICOS COM ALUNOS CONCLUINTE DO CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA MODALIDADE NORMAL."

Caros estudantes, a partir do que foi discutido na aula de hoje elabore um esboço (desenho) dos seguintes movimentos terrestres:

- **Movimento de rotação** - salientando a representação do dia e da noite.



- **Movimento de translação** - salientando a representação das estações do ano.

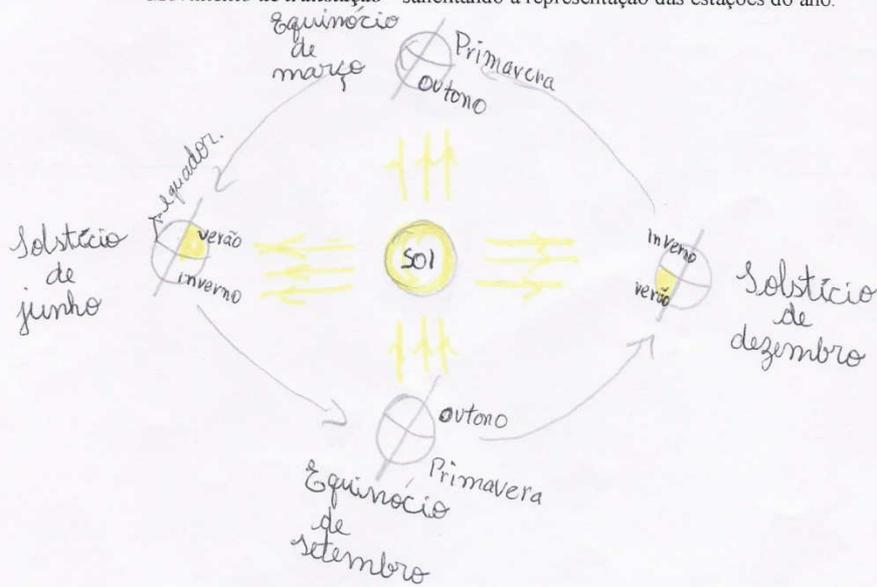


Figura 24 - Desenho que representa os movimentos terrestres feito por um dos estudantes

3.2.7 Encontro VII

A Lua, o único satélite natural da Terra, foi o assunto do sétimo encontro no qual tivemos como objetivos a compreensão das hipóteses científicas que procuram explicar o surgimento desse astro, seus aspectos físicos e os fenômenos que ocorrem com ele. Desejamos que os estudantes compreendessem como o homem explica a origem da Lua, além de reconhecer as principais formas do relevo lunar, suas dimensões, atmosfera e distância que o astro se encontra da Terra. Pensamos que assim, seria possível explicar os movimentos executados pela Lua e os fenômenos relacionados às fases lunares, que muitas vezes são interpretadas como sendo eclipses lunares semanais (Langhi e Nardi, 2005), da formação de eclipses e do surgimento das forças de marés.

Iniciamos o encontro proporcionando aos estudantes um momento em que eles assistissem ao documentário *O Universo: a Lua*, produzido por Executive Producers e disponível no site <http://youtube.com>. Acreditamos que o documentário seria um instrumento capaz de estabelecer relações entre o que os estudantes já conheciam sobre a Lua e os assuntos que seriam abordados no decorrer do encontro. O vídeo apresenta, em 45 minutos, as hipóteses para a origem da Lua, suas características físicas, os principais fenômenos ocorridos com ela, além de mostrar imagens reais das expedições espaciais ocorridas em julho de 1969, quando o homem pisou pela primeira vez em solo lunar.

Como esse documentário encontra-se na internet dividido em 4 partes, de aproximadamente 11 minutos, optamos por não apresentá-lo de forma contínua. Ao término de cada parte, motivamos os estudantes para que comentassem oralmente o que haviam assistido e solicitamos que os comentários fossem registrados para serem entregues no final da atividade. Nossa intenção era saber o que os estudantes já sabiam sobre o assunto e, assim, identificarmos os subsunçores existentes em suas estruturas cognitivas.

Durante os comentários e análise dos registros, verificamos que a Lua desperta muita curiosidade nos estudantes e que eles possuem vários conhecimentos sobre ela. Conhecimentos adquiridos pela vivência, pela cultura e pelo senso comum, como se evidencia nas afirmações “... na Lua existem muitas crateras que se formam pelos choques com outros corpos celestes...”(aluno 5), “... os astronautas usavam macacões que continham oxigênio, pois na Lua não tem atmosfera...”(aluno 12) e “... vi num programa de televisão que a distância entre a Lua e Terra é mais ou menos 380 mil quilômetros”(aluno 13). Alguns

registros apresentaram afirmações do tipo “... em 1969 os astronautas americanos pisaram na Lua. Será?”(aluno 4) e deixam claro que, embora os estudantes possuam conhecimentos iniciais, nem todos crêem na veracidade dessas informações. Vale salientar ainda que, nos momentos em que motivamos os estudantes para falarem sobre eclipses, todos relataram que sabiam o que era e conheciam seus efeitos, mas tinham dificuldades em explicar como ocorriam. Tais dificuldades também eram enfrentadas no assunto das fases da Lua.

Partindo dos conhecimentos prévios salientados pelos estudantes, passamos a discutir os assuntos referentes ao nosso satélite natural. Para isso, fizemos uso do último texto do nosso material de apoio: “Lua – o nosso satélite natural” (Apêndice C, p. 143 - 149), que aborda todas as características físicas do astro Lua, como os movimentos executados por ele e os fenômenos originados: fases da Lua, os eclipses solares e lunares e as marés. Também utilizamos uma apresentação em slides (Apêndice H) contendo imagens do relevo lunar, das diferentes fases da Lua, da formação dos eclipses, além de pequenos comentários.

Para esclarecer ainda mais o fenômeno das fases da Lua, conceito que faz parte dos currículos das séries iniciais, colocamos no centro da sala uma bola de isopor pendurada a aproximadamente 2 metros de altura para representar a Lua. Com um projetor de luz, representado do Sol, iluminamos essa bola de isopor em uma de suas faces e pedimos que todos os estudantes circulassem ao redor da bola, sempre olhando para ela. À medida que mudavam de posição, enxergavam a Lua iluminada diferente, o que proporcionou estabelecer relações com as fases da Lua, assunto discutido anteriormente. Esperamos, com isso, facilitar o processo de assimilação do conceito abordado, assimilado sob uma ideia ou conceito mais inclusivo, existente nas estruturas cognitivas dos estudantes.

Finalizando esse encontro distribuimos um questionário para levantamento de informações (Apêndice K), constituído de 10 questões abertas sobre os conceitos abordados no transcorrer do encontro e que serviria para verificarmos a aprendizagem dos estudantes.

3.2.8 Encontro VIII

Destinamos este último encontro para avaliação do curso e realização de uma pequena confraternização entre todos os que participaram da nossa experimentação didática. Optamos, nesse momento, por avaliar apenas o curso e não o conhecimento adquirido durante ele, pois no transcorrer da aplicação da proposta várias estratégias de verificação foram utilizadas para a constatação da aprendizagem.

Solicitamos que cada um dos estudantes respondesse individualmente a um questionário, que denominamos questionário final (ver Apêndice L), constituído de um grupo de 7 questões abertas, com as quais obtivemos comentários escritos pelos estudantes. Para que a avaliação ficasse livre de qualquer omissão de opinião, pedimos que eles não se identificassem ao responder o questionário.

Através da aplicação desse instrumento, procuramos saber qual a opinião dos estudantes quanto à metodologia aplicada, ao material institucional disponibilizado e quanto à atuação do professor. Solicitamos que eles opinassem sobre a validade da proposta e a importância dessa experiência para a sua formação profissional. Também pedimos que apontassem pontos positivos e negativos constatados durante a aplicação da proposta e que dessem outras sugestões. Isso deveria ser registrado na última questão a fim de servir como âncora para melhorias e implementações do curso em futuras aplicações.

Como encerramento do encontro e do curso, oferecemos uma confraternização de agradecimento ao grupo de estudantes, que sempre se demonstrou motivado, curioso, participativo e disposto a todas as atividades desenvolvidas.

No próximo capítulo faremos a apresentação e análise dos resultados obtidos nos instrumentos de avaliação apresentados neste capítulo.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Como apresentamos no referencial teórico desta dissertação, segundo Ausubel, no processo de assimilação, os conceitos prévios existentes na estrutura cognitiva dos estudantes se modificam. Eles adquirem novos significados e ocorre uma alteração constante dos conceitos subsunçores, que estão sempre sendo reelaborados e modificados, adquirindo novos significados e diferenciando-se progressivamente. Segundo Moreira (1999), esses processos foram chamados por Ausubel de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Na aprendizagem significativa, os conhecimentos prévios permitem a ancoragem dos novos conceitos. A estrutura cognitiva deve ser capaz de discriminar esses novos conceitos, estabelecer diferenças para que tenham valor na memória e possam ser retidos como conceitos distintos.

Como forma de constatar se os estudantes atingiram uma aprendizagem significativa em relação aos conceitos de Astronomia abordados no curso *Astronomia: conceitos iniciais*, solicitamos que eles realizassem várias atividades durante os encontros já descritos no capítulo anterior. Essas atividades foram analisadas e, deste ponto em diante, passaremos a apresentar e discutir os resultados obtidos em cada um dos encontros, além de abordar a avaliação do curso realizada pelos estudantes.

4.1 Apresentação e discussão dos resultados obtidos nos encontros

4.1.1 Análise dos dados obtidos no questionário de levantamento de informações aplicado no encontro I

Conforme referimos no item 3.2.1 desta dissertação, utilizamos o mesmo questionário no início e no término do encontro do dia 18 de abril de 2009. Isso serviu para que constatássemos a evolução dos estudantes quanto aos conceitos abordados. Por ser constituído de cinco questões abertas, estabelecemos escores para classificar as respostas dadas a cada questão no início e no fim do encontro. A tabela 2 apresenta os escores utilizados.

Tabela 2 – Escore atribuído a cada resposta dada às questões do questionário inicial e final

Resposta	Escore
em branco	1
Incorreta	2
parcialmente correta	3
completamente correta	4

Dos 13 estudantes inscritos para o curso, apenas 11 participaram do primeiro encontro. Como podemos perceber no gráfico da figura 25, nenhum deles respondeu corretamente a questão 1, que se referia à grandeza física ano-luz. 8 estudantes interpretaram essa grandeza como sendo uma unidade de distância, no entanto não a relacionavam com a distância percorrida pela luz em um ano com velocidade constante de $3 \times 10^8 \text{ m/s}$. Os outros 3 a interpretaram de forma equivocada, como sendo uma unidade de tempo.

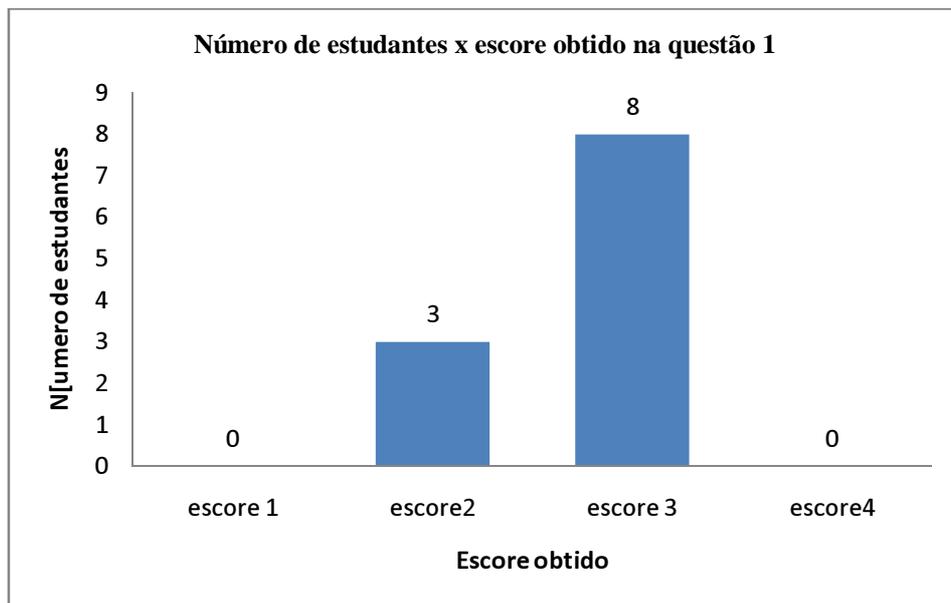


Figura 25 - Gráfico da questão 1 do questionário inicial de levantamento de dados

No comparativo estabelecido entre as respostas iniciais e finais, percebemos um aumento significativo nos escores (ver gráfico da figura 26). Em torno de 54% dos estudantes passaram a interpretar corretamente a referida grandeza. Porém, constatamos que aproximadamente 36% deles ainda apresentaram dificuldades em relacioná-la à distância

percorrida pela luz em um ano com velocidade constante. Um aluno continuou identificando-a como uma unidade de tempo.

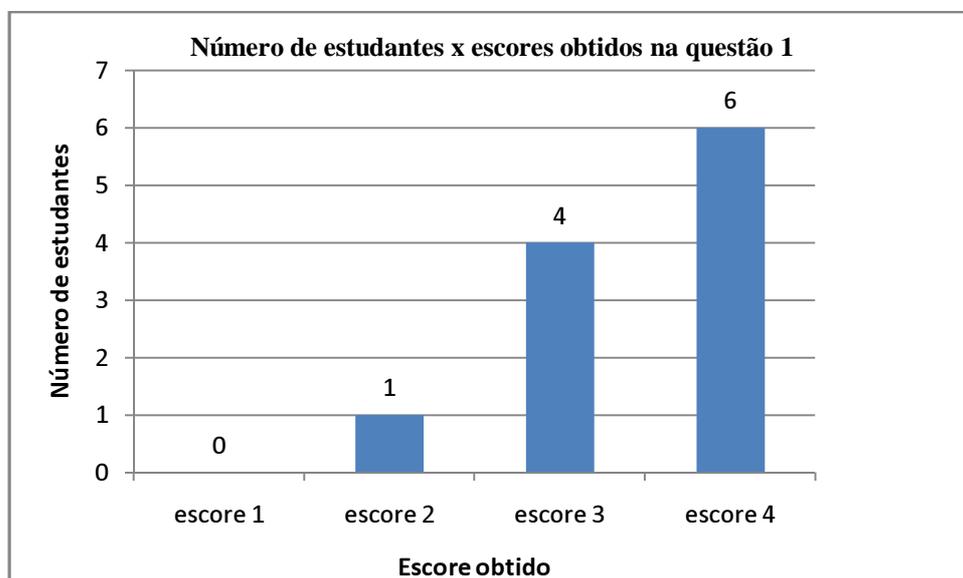


Figura 26 - Gráfico da questão 1 do questionário final de levantamento de dados

Sugerimos aos que possam vir a aplicar a proposta aqui apresentada, que disponham de um tempo maior para a discussão desse tópico. Também sugerimos que na lista de exercícios desse tema sejam acrescentadas questões que identifiquem a luz como uma onda eletromagnética que se propaga com velocidade constante e outras que levem os estudantes a interpretar a velocidade com uma distância percorrida em um determinado intervalo de tempo.

No que se refere à questão 2, constatamos que apenas um estudante encarava o Universo como sendo um conjunto de bilhões de galáxias e que cada uma delas compreende bilhões de estrelas. A grande maioria deles, 8 estudantes, interpretava o Universo como um conjunto de galáxias sem mencionar quantas existiriam. Dos que restaram, 1 não respondeu a questão e uma afirmou que o Universo é “*o conjunto de tudo o que existe no mundo*”.

O questionário final apresenta uma expressiva melhora na compreensão do conceito de Universo por parte dos estudantes (ver gráfico da figura 27), apenas 2 deles ainda apresentaram dificuldades em discutir tal conceito.

A questão 3 se referia a quem ou a que os estudantes atribuíam a origem do Universo. No questionário inicial de levantamento de dados apenas 5 estudantes afirmaram que o Universo surgiu a partir do Big Bang. O restante, 6 deles, acreditavam na história bíblica de que Deus criou o Universo e tudo o que nele existe. A partir da análise dos resultados obtidos

no questionário final, verificamos que 100% dos estudantes passaram a interpretar corretamente a “Teoria do Big Bang” e fornecer uma resposta à questão que atribui a essa teoria a responsabilidade do surgimento do Universo.

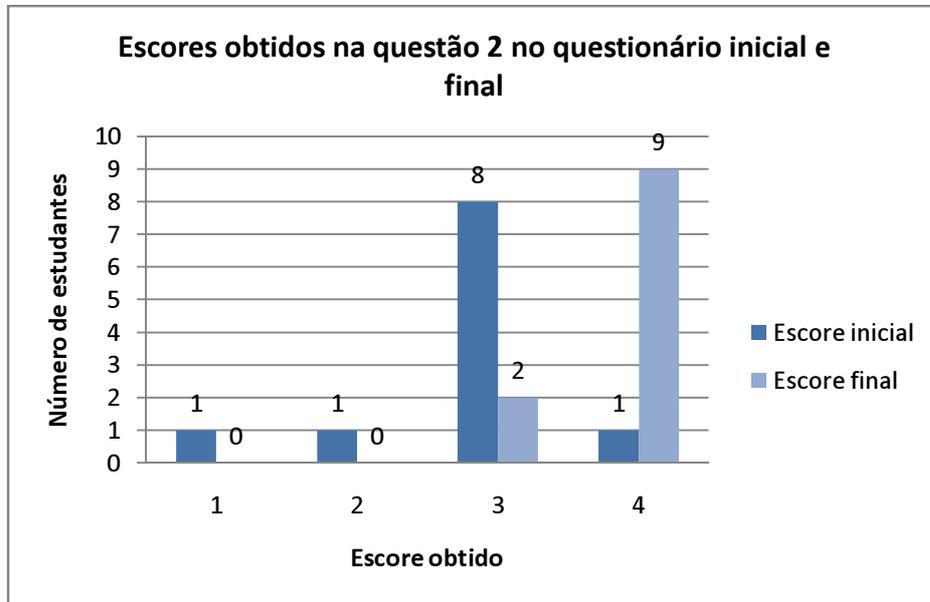


Figura 27 - Gráfico comparativo entre os escores obtidos na questão 2 do questionário inicial e final

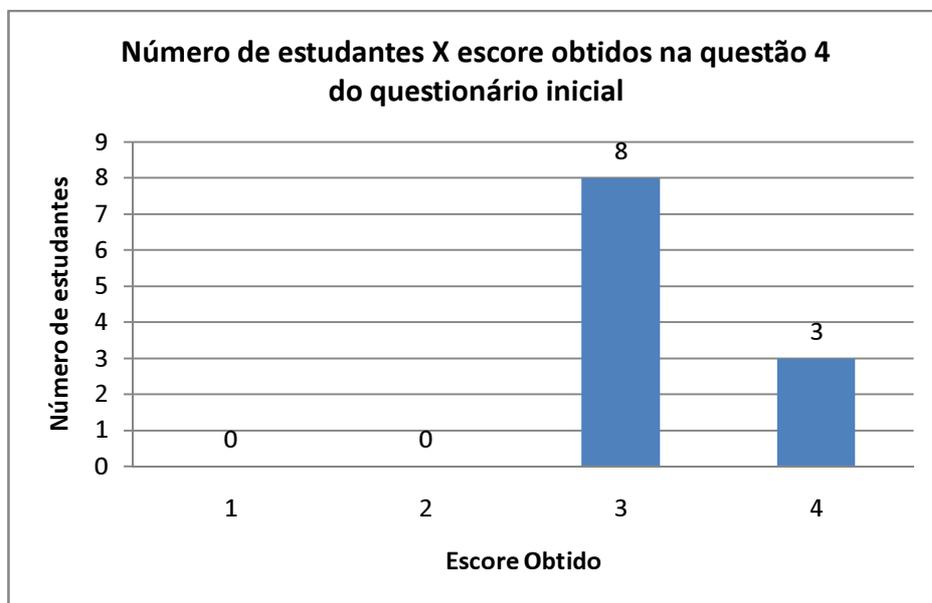


Figura 28 – Gráfico da questão 4 do questionário inicial

Na questão 4, procurávamos saber como os estudantes conceituavam galáxias, ou seja, se eles interpretavam galáxias como uma pequena fração do Universo, composta por bilhões

de estrelas. Como podemos perceber no gráfico da figura 28, aproximadamente 73% dos estudantes responderam a questão de forma parcialmente correta. Estes, embora afirmem que galáxias são formadas por uma imensidão de estrelas, não as encaram como uma pequena parte de tudo o que existe.

Os resultados obtidos no questionário final demonstram que 91% dos estudantes passaram a interpretar corretamente esse conceito.

Na questão 5, que complementava a questão 4 e pedia aos estudantes para citar o número de galáxias existentes no Universo além de nominar pelo menos duas delas, obtivemos os escores no questionário final semelhantes ao anterior, alcançando um índice de acerto de aproximadamente 82%. Inicialmente cerca de 55% responderam que o Universo era composto por muitas galáxias, mas não conseguiam nominá-las.

4.1.2 Análise dos mapas conceituais construídos no encontro II

Seguindo a mesma linha de pensamento referida no item 3.2.2 desta dissertação, mapas conceituais “devem ser entendidos como diagramas bidimensionais que procuram mostrar relações hierárquicas entre conceitos de um corpo de conhecimento e que derivam sua existência da própria estrutura conceitual desse corpo de conhecimento” (Moreira, 2006, p. 10).

Assim, utilizar mapas conceituais para avaliar a aprendizagem de um conteúdo ou tema desenvolvido durante um processo de ensino significa obter informações sobre como o estudante interpreta um dado conjunto de conceitos, ou seja, essa ferramenta permite identificar como o conteúdo está organizado na estrutura cognitiva do estudante.

Nessa perspectiva, comparamos as versões iniciais e finais dos mapas construídos no encontro II de aplicação da nossa proposta. Percebemos que houve uma real melhora entre as versões, fato que atribuímos à apresentação dos mapas pelos seus respectivos autores ao grande grupo. Essa apresentação foi um momento importante do encontro por propiciar, durante a explanação de cada grupo ao coletivo, que todos os colegas participassem sugerindo alterações nos mapas. Durante a apresentação, os estudantes defendiam o mapa que construíram e em todas as apresentações houve debate e discussão, o que contribuiu para a

melhoria e reformulação dos mapas. Os três mapas finais compreenderam os conceitos que julgávamos fundamentais sobre o assunto, com uma diferenciação e hierarquização entre eles. O conceito “estrela”, tópico principal do encontro, recebeu destaque em todos os mapas. O grupo 1 demonstrou dificuldades em sintetizar os conceitos e no seu mapa alguns conceitos apareceram unidos em um único “balão”, além de faltar conectores entre eles.

Esse instrumento de avaliação foi muito importante para analisarmos a estrutura organizacional dos conceitos estabelecidos pelos estudantes. Ao compararmos os mapas apresentados nas figuras 12, 13 e 14 com os das figuras 29, 30 e 31, observamos que nos mapas finais os conceitos mais gerais e inclusivos apareceram em destaque: em dois deles o conceito “estrela” está na parte superior do mapa, no outro ele aparece no centro. Isso demonstra que os estudantes foram capazes de realizar a diferenciação conceitual progressiva. Além disso, pela forma como os outros conceitos foram dispostos nos mapas e pela maneira que estavam conectados, percebemos que os estudantes foram capazes de estabelecer uma hierarquização conceitual eficiente quanto às relações de subordinação entre os conceitos e proporcionaram a reconciliação integrativa entre eles. Essa reconciliação é verificada nos mapas finais dos grupos 2 e 3 (figuras 30 e 31), nos quais os estudantes conseguiram explorar as relações de subordinação e superordenação dos conceitos através ligações que subiam e desciam entre as hierarquias conceituais. Dessa forma temos uma visão integrada de como eles hierarquizaram, organizaram e estabeleceram as relações de subordinação dos assuntos abordados nos materiais instrucionais disponibilizados e em suas estruturas cognitivas.

Vale salientar que durante o encontro não dispusemos de tempo para a explicação do que é um mapa conceitual, nem de como ele é construído, pois de acordo com relatos dos próprios estudantes, essa construção é uma prática constante no curso de formação de professores ao qual eles estão vinculados.

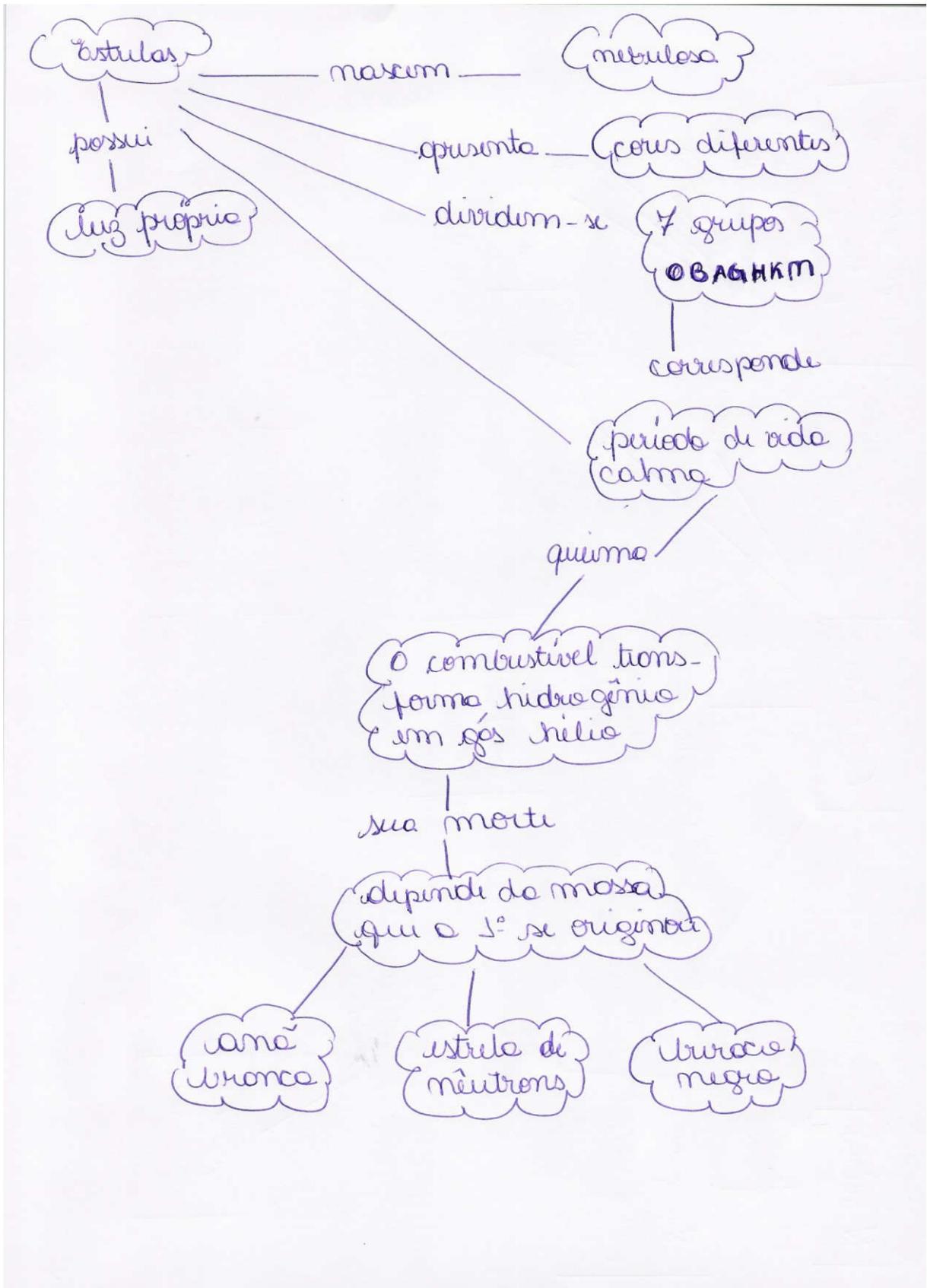


Figura 29 - Mapa conceitual final construído pelo grupo 1

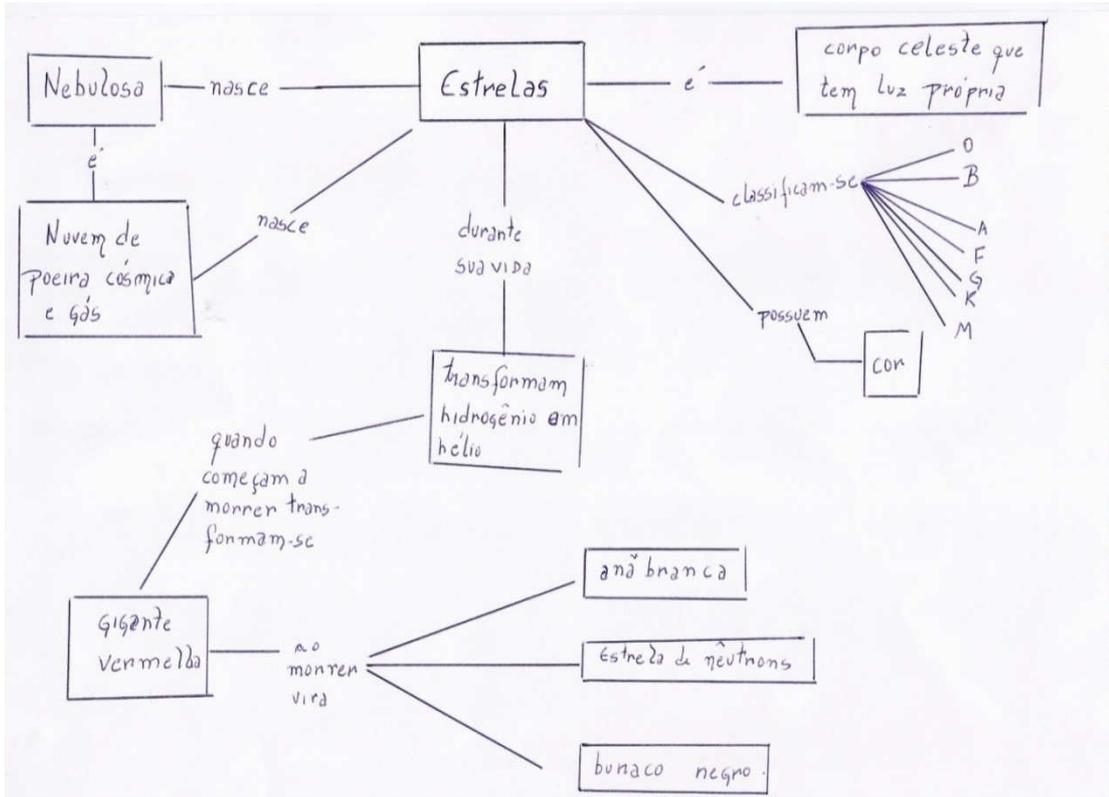


Figura 30 - Mapa conceitual final construído pelo grupo 2

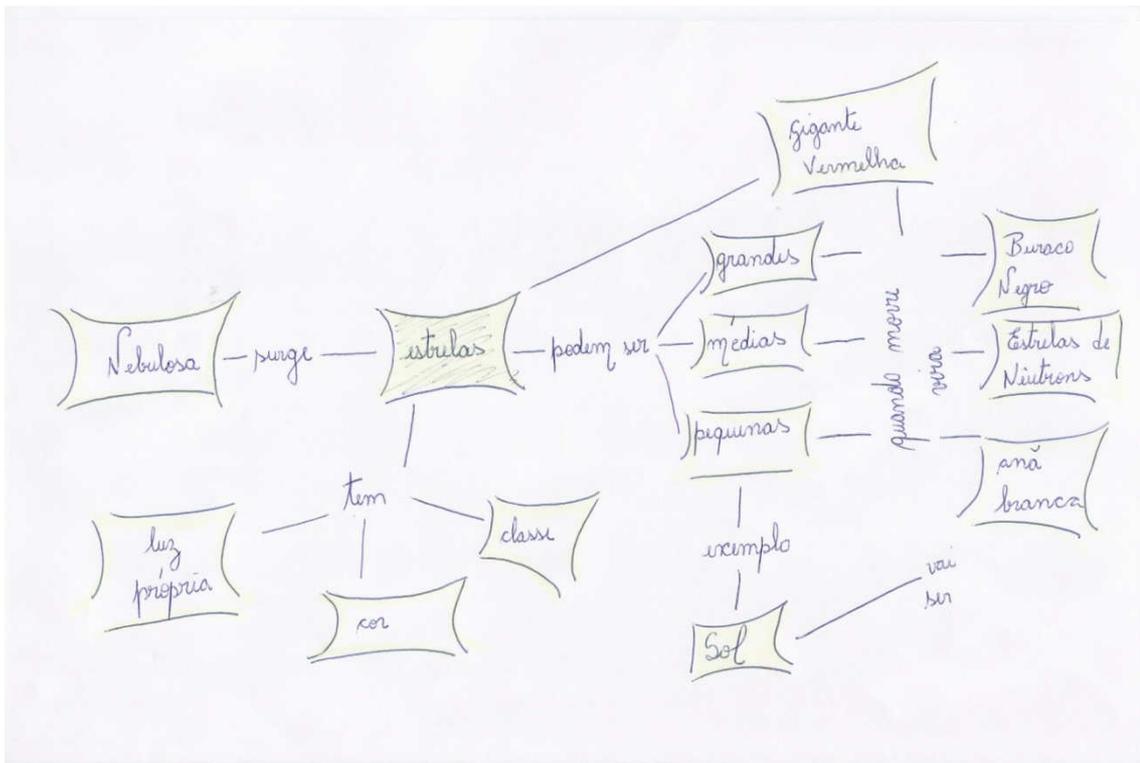


Figura 31 - Mapa conceitual final construído pelo grupo 3

4.1.3 Análise das memórias construídas no encontro III

A aprendizagem significativa é aquela em que, como já mencionamos repetidas vezes, uma nova informação interage com os conhecimentos iniciais existentes na estrutura cognitiva do estudante, adquirindo significados através dessa interação e sendo integrada à estrutura cognitiva de maneira não-arbitrária e não-literal. Buscar indícios da ocorrência de tal aprendizagem significa implica identificar a transposição dos conceitos abordados para novas situações por parte dos estudantes, isto é, perceber se eles diferenciam ideias relacionadas aos assuntos trabalhados e identificam esses conceitos ou proposições em situações do seu cotidiano.

Nesse sentido, ao analisar os registros feitos pelos estudantes nas memórias do encontro III do final do encontro, encontramos alguns trechos que sugerem a aprendizagem objetivada no encontro. Esses trechos, que transcrevemos literalmente no quadro da figura 32 e 33, foram classificados em dois grupos para facilitar a análise.

Grupo 1	<p><i>“... a distância entre as estrelas é imensa, embora elas pareçam estar próximas. Na verdade, elas somente parecem estar próximas uma das outras devido ao ângulo que as enxergamos...”</i>(aluno 3)</p> <p><i>“... a esfera celeste foi dividida em regiões, as estrelas que estão dentro destas regiões, compõe as constelações. Hoje já são mais de 88 constelações conhecidas.”</i>(aluno 7)</p> <p><i>“... nem todas as estrelas que vimos estão lá. Algumas delas já morreram.”</i>(aluno 4)</p> <p><i>“... e também como estudamos no encontro da semana passada, existe estrelas brancas, amarelas, laranja e algumas já são gigantes vermelhas.”</i>(aluno 1)</p> <p><i>“constelação é um conjunto de estrelas que parecem estar próximas uma das outras, mas a distância entre elas pode chegar de 2 a 4 mil anos-luz.”</i>(aluno 4)</p>
---------	---

Figura 32 – Quadro com trechos das memórias do encontro III reunidos no grupo I

Grupo 2	<p><i>“... em outubro começa o horário de verão e o dia dura mais, mas não é só por isso que o dia é mais longo, no verão anoitece mais tarde devido ao movimento de translação da Terra.”(aluno 11)</i></p> <p><i>“Se naquela época a criatividade brindava-os com figuras, principalmente de animais e objetos, agora pela vida moderna identificamos com bastante facilidade, utensílios do nosso cotidiano como cadeira de dentista, asa delta, cruz, coração, entre outros. É isso que vejo quando ligo as estrelas.”(aluno 9)</i></p> <p><i>“Durante as noites não consigo ver todas as estrelas como vi na projeção. É que em Passo Fundo tem muita claridade, se fossemos para o interior enxergaríamos perfeitamente as estrelas que compõe as constelações e também seria possível ver a nossa Via Láctea.”(aluno 8)</i></p> <p><i>“As estrelas mais brilhante no céu, não é uma estrela é o planeta Vênus que apenas reflete a luz do Sol. Esta eu consigo identificar facilmente no céu quando não chove.”(aluno 12)</i></p> <p><i>“Agora entendi! Quando nasci o Sol estava passando pela constelação de Sagitário. Por este motivo meu signo é sagitário.”(aluno 10)</i></p> <p><i>“... pude perceber pelo programa as diferenças nas cores das estrelas. Nele é mais fácil do que percebo ao olhar para o céu “ao vivo”.”(aluno 4)</i></p>
---------	---

Figura 33 - Quadro com trechos das memórias do encontro III reunidos no grupo 2

Os trechos reunidos no grupo 1 (figura 32) demonstram que os estudantes conseguiram identificar, nas diversas atividades desenvolvidas durante o encontro, os principais conceitos abordados. Já os trechos agrupados no grupo 2 (figura 33) salientam a capacidade de transferir tais conceitos às situações que vivenciaram ou ainda irão vivenciar. Assim, acreditamos que os objetivos almejados para o encontro foram alcançados, pois, segundo Ausubel, a compreensão genuína de um conceito ou proposição implica na posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis (Moreira, 1999).

4.1.4 Análise dos dados obtidos no questionário de levantamento de informações aplicado no encontro IV

No encontro IV, referente aos conceitos sobre o Sol, utilizamos a mesma estratégia do encontro I para identificar a evolução alcançada pelos cursistas. Aplicamos um questionário de levantamento de informações, composto de 8 questões abertas, no início e no término do encontro. Por esse motivo, usamos os mesmos escores estabelecidos no item 4.1.1 e apresentados na tabela 2 para classificar as respostas fornecidas nos dois questionários.

A primeira questão perguntava aos estudantes o que é o Sol e foi ela que obteve os maiores escores, tanto no questionário inicial quanto no final. Como podemos verificar no gráfico da figura 34, ao término do encontro, 100% dos estudantes interpretaram o Sol como uma esfera gigante de gás incandescente, em cujo núcleo ocorre a geração de energia através de reações termo-nucleares. Isso demonstra uma melhora em relação às respostas iniciais, em que apenas 40% dos estudantes responderam de forma correta e 60% deles não salientavam a geração de energia no centro da estrela. Atribuímos essa melhora aos debates e discussões ocorridos durante a apresentação dos mapas conceituais sobre estrelas no encontro II.

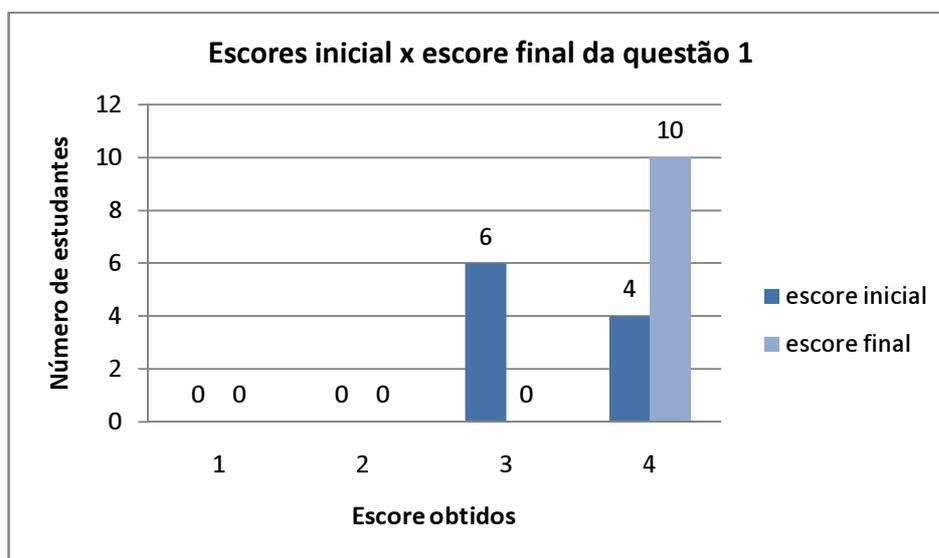


Figura 34 - Gráfico comparativo entre os escores iniciais e finais da questão 1

Na questão 2, pedimos que cada estudante citasse três características físicas do maior corpo celeste do nosso sistema. Inicialmente, 50% dos estudantes não responderam à questão

de forma correta. O restante deles citava apenas uma ou outra característica, sem destacar as ideias de o Sol ser a estrela mais próxima da Terra e de sua alta temperatura central. No entanto, as respostas dadas no questionário final mostraram que 80% dos estudantes (ver gráfico da figura 35) passaram a interpretar a grande massa, o imenso raio e a alta densidade também como características físicas do Sol.

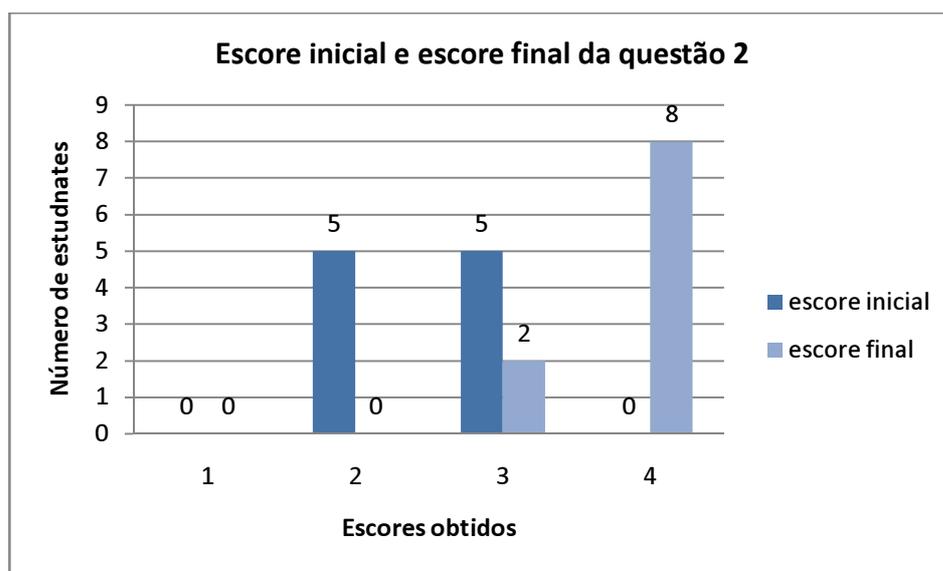


Figura 35 - Gráfico comparativo entre os escores iniciais e finais da questão 2

Diferentemente do que ocorreu com a questão 1, em que os estudantes conseguiram inicialmente respondê-la de forma parcial ou totalmente correta, na questão 3 não constatamos nenhuma resposta correta e 80% dos estudantes deixaram-na em branco. Nela pedimos quais eram as regiões ou camadas do Sol e os resultados evidenciaram a existência de poucos conhecimentos prévios sobre essa parte do assunto.

De acordo com o que descrevemos no item 3.2.4 deste relato, o objetivo da aplicação do questionário inicial de levantamento de dados era constatar o que o estudante já sabia do assunto e identificar os organizadores básicos do que ia ser ensinado para, então, utilizar recursos e princípios que facilitassem a aprendizagem de maneira significativa (Moreira e Ostermann, 1999b). Tendo o encontro transcorrido com base nessas concepções, constatamos que o objetivo pretendido para com a identificação das camadas que constituem o Sol foi alcançado, uma vez que 100% dos estudantes conseguiram citar todas as camadas no questionário final de levantamento de dados.

As questões 4, 5, 6, 7 e 8 também apresentaram escores iniciais baixos (ver gráfico da figura 36). Na questão 4, pedimos aos estudantes em qual camada do Sol ocorriam as reações termo-nucleares, o que foi respondido por apenas 30% dos estudantes, mas de forma correta. As questões 5 e 7, que também foram respondidas por apenas 30% dos estudantes, não apresentaram respostas corretas. As questões 6 e 8 foram respondidas por 40% dos estudantes. Na questão 6, que se referia à Fotosfera e suas características, metade dos que responderam afirmaram corretamente que essa camada corresponde à “superfície” do Sol, mas não citaram nenhuma característica dela. Na questão 8, nenhum estudante conseguiu citar fenômenos que ocorrem na superfície solar.

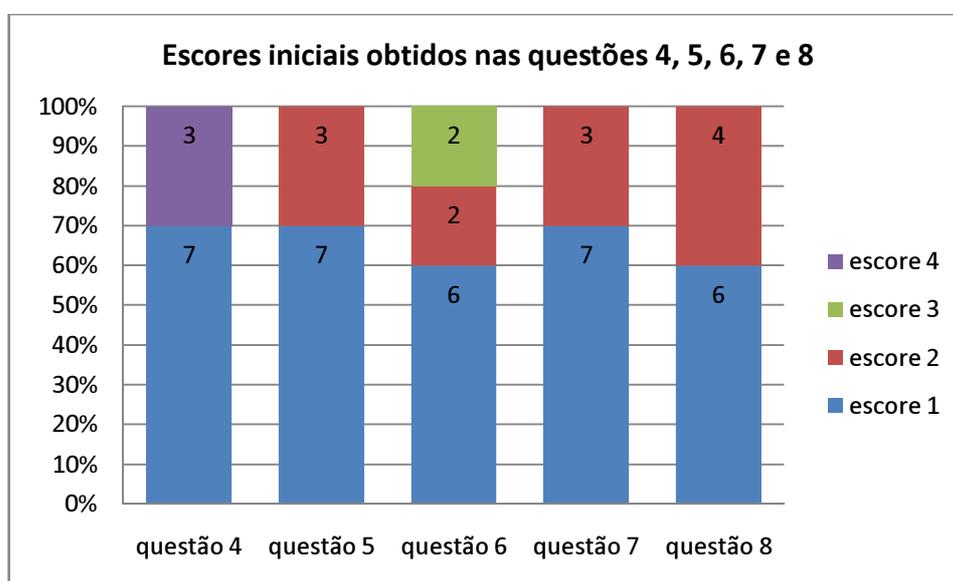


Figura 36 - Gráfico dos escores obtidos nas questões 4, 5, 6, 7 e 8 do questionário inicial de levantamento de informações

Analisando as respostas do questionário final de levantamento de informações, construímos o gráfico apresentado na figura 37. Nele percebemos que quatro das cinco questões acima referidas tiveram uma significativa melhora nos escores obtidos.

No questionário final, as questões 4 e 8 obtiveram 100% de acerto. Todos os estudantes expressaram que é no núcleo onde ocorrem as reações termo-nucleares, resposta esperada na questão 4. Além disso, na questão 8, os alunos respondem que vento solar, proeminência e espículas são fenômenos solares.

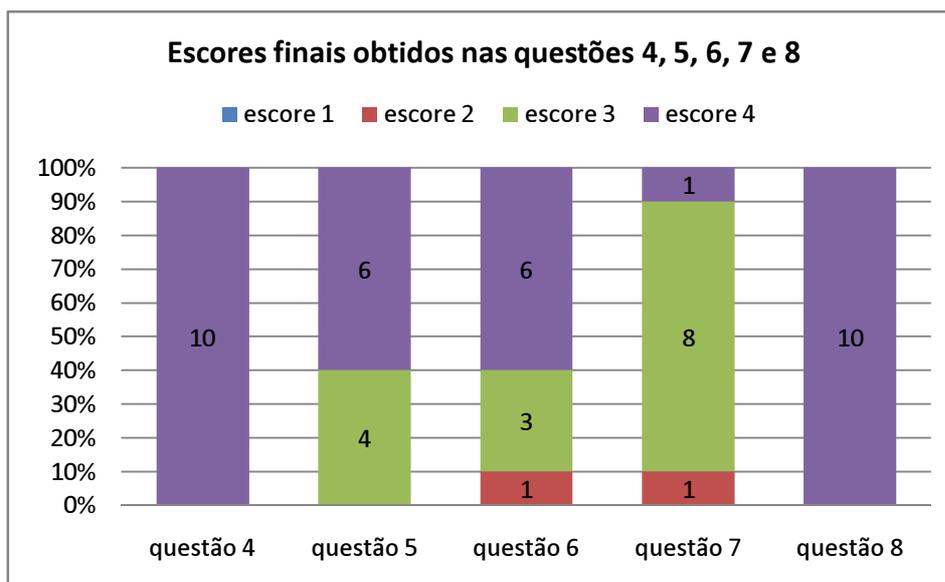


Figura 37 - Gráfico dos escores obtidos nas questões 4, 5, 6, 7 e 8 do questionário final de levantamentos de informações

A questão 5 solicitava a diferenciação entre a Zona Convectiva e a Zona Radiativa. Nela, 6 estudantes passaram a atribuir a responsabilidade do transporte da energia do núcleo até as camadas mais externas por fótons, em relação à Zona Radiativa, e atribuíram o transporte dessa energia através de correntes de gás de diferentes densidades, em relação à Zona Convectiva. Acreditamos que uma maior ênfase nos processos de transmissão de calor durante a discussão das referidas camadas solares possa fazer com que os índices obtidos na adequação das respostas melhorem.

No que se refere à questão 6, um dos estudantes não compreenderam corretamente o que é a Fotosfera e 3 deles apresentaram dificuldades em citar características dessa região.

A questão 7 foi a que obteve o menor número de acertos. Nela, 8 estudantes afirmam que a camada do Sol visível da Terra é a Cromosfera ou a Coroa. Apenas um respondeu corretamente, declarando que as regiões solares que a camada visível do Sol é a Fotosfera.

4.1.5 Análise dos comentários feitos pelos estudantes no encontro V

Como referido na contextualização desta dissertação, a aprendizagem significativa pode também ser categorizada em aprendizagem subordinada, superordenada e combinatória. Segundo Moreira (1999), a aprendizagem superordenada ocorre quando um conceito ou

proposição potencialmente significativo mais geral e incluso dos que os conceitos existentes e estabelecidos na estrutura cognitiva dos estudantes são adquiridos e passam ser assimilados.

Durante a análise dos comentários registrados pelos estudantes na última atividade do encontro V, constatamos indícios da aprendizagem superordenada. Esses indícios se evidenciaram em algumas partes dos comentários, transcritos no quadro da figura 38, em que os próprios estudantes perceberam os conceitos referentes ao Sistema Solar como mais amplos e gerais do que seus conhecimentos prévios.

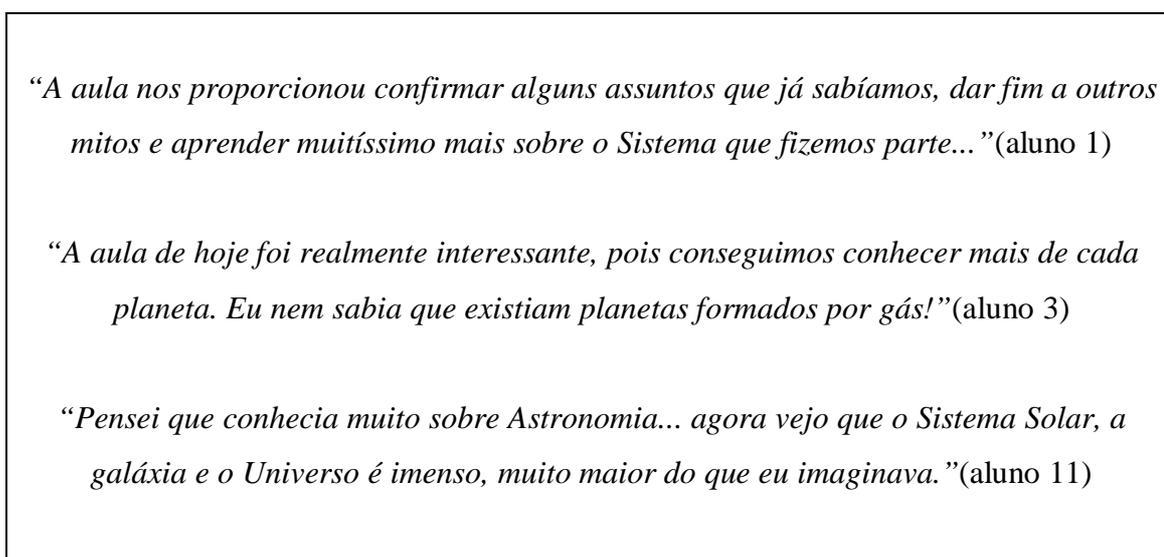


Figura 38 – Quadro com trechos dos comentários dos estudantes.

Entendemos que mesmo os conhecimentos iniciais menos inclusivos e mais restritos foram capazes de servir de âncora para a aprendizagem pretendida. De acordo com o que encontramos em outras partes dos comentários, os estudantes conseguiram interpretar de forma clara e precisa os assuntos abordados no encontro. O quadro da figura 39 apresenta essas partes.

Averiguamos ainda nesses questionários que a atividade de construção da maquete do Sistema Solar foi um momento essencial para a interpretação de alguns conceitos abordados durante o encontro. Como percebemos nas afirmações “... a partir do momento que nos propomos a representá-los passamos a ter uma real noção das dimensões de cada planeta...”(aluno 8) e “Na maquete pude ter mais noção das distâncias entre um planeta e outro...”(aluno 5), os estudantes só foram capazes de atingir a compreensão significativa das distâncias existentes entre os planetas e destes com o Sol, quando as visualizaram representadas na maquete. Em outra parte dos comentários, encontramos a afirmação “... a

melhor parte da aula foi a construção de uma maquete do sistema solar, onde colocamos todos os planetas terrestres (rochosos) e os planetas jovianos (gasosos) e assim tivemos uma clara noção de como é o sistema que fizemos parte.”(aluno 11). Tal afirmação, aliada às outras duas aqui citadas, salientam a atribuição de significados a cada um dos objetos utilizados na construção da maquete pelos estudantes, isto é, os símbolos utilizados passaram a significar para eles aquilo que seus referentes significam.

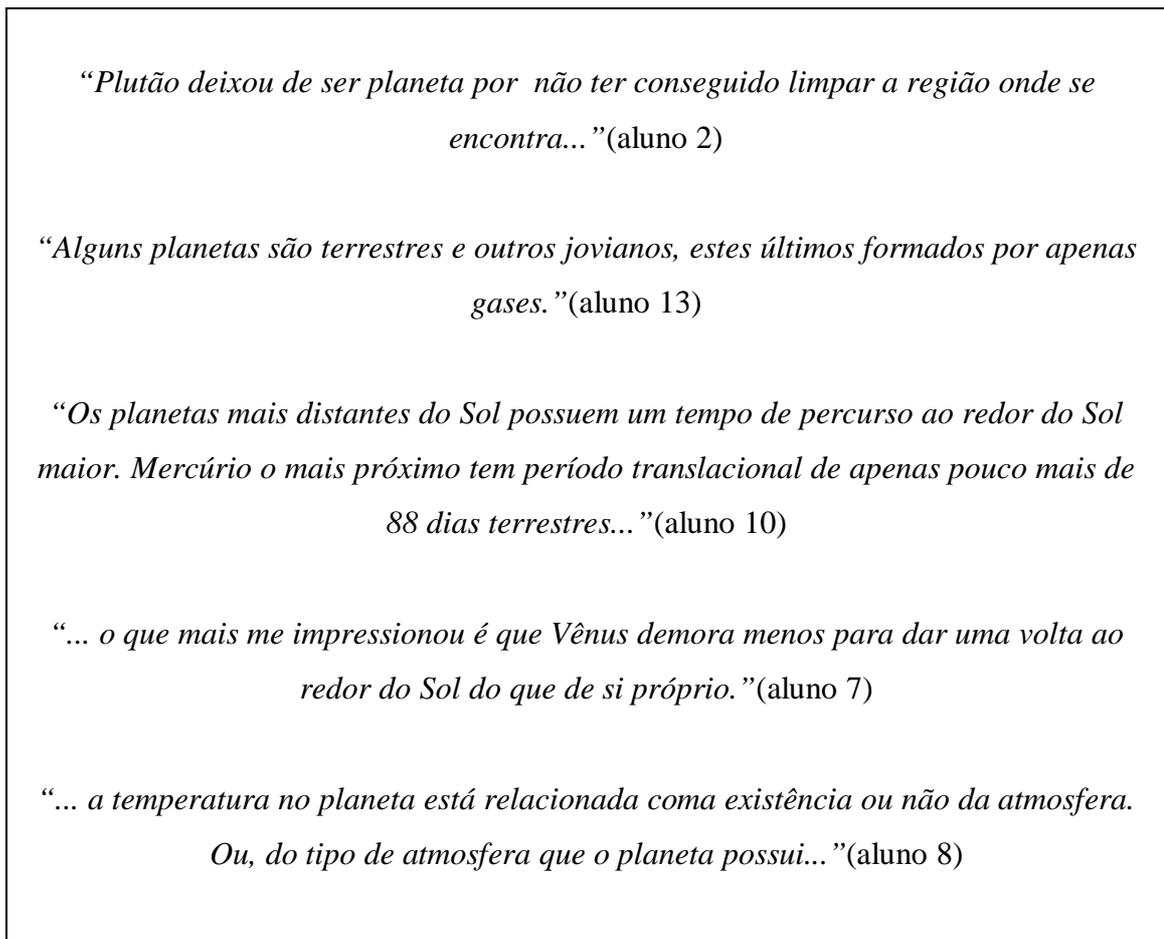


Figura 39 – Quadro com outros trechos dos comentários dos estudantes

4.1.6 Análise dos esboços feitos pelos estudantes no encontro VI

Os movimentos de rotação e translação executados pela Terra foram os conceitos que mais destacamos no sexto encontro da aplicação de nossa proposta. O movimento de rotação terrestre, aquele que a Terra faz em torno do seu eixo imaginário que passa pelos polos norte e

sul geográfico, é o responsável pela ocorrência das sucessões dos dias e das noites. Enquanto o movimento de translação terrestre, no qual a Terra gira em órbita elíptica ao redor do Sol, é o responsável pela ocorrência das estações do ano. Nesse sentido, procuramos verificar na atividade avaliativa desse encontro se os estudantes foram capazes de transferir esses conhecimentos às representações efetuadas nos esboços solicitados.

Dispomos, nos quadros das figuras 40, 41, 42, 43 e 44 os esboços do movimento de rotação terrestre elaborados pelos 8 estudantes que participaram do encontro. Como podemos perceber neste quadro, 100% dos estudantes representam a Terra com uma inclinação entre seus planos de rotação e de translação. Isso demonstra que eles compreenderam o assunto, motivador de um grande debate durante a construção do objeto de ensino realizado no encontro. No entanto, esses esboços demonstraram que os estudantes ainda interpretaram equivocadamente os fenômenos originados pelos movimentos de rotação e translação terrestre. Neles, evidenciamos que os estudantes atribuíram a ocorrência da sucessão dos dias e das noites ao fato de que, a cada momento, a posição da superfície terrestre exposta aos raios solares se modifica em virtude da rotação ocorrida no sentido ocidente-orientado. Porém, todos os desenhos mostram a linha separando a parte clara (dia) e escura (noite) coincidindo com o eixo de rotação, indicando que eles não conseguiram entender claramente como os raios solares iluminam a Terra; conseqüentemente, não entenderam que, devido à inclinação do eixo da Terra, as partes diurnas e noturnas de cada hemisfério têm tamanhos diferentes.

Quatro estudantes representaram a Terra com os círculos polares, mas nenhum deles demonstrou entender o que são esses círculos. O aluno 3 foi o único que demonstrou ter alguma ideia de que, se a Terra está com um dos polos inclinado em direção ao Sol, um dos círculos polares está na parte iluminada da Terra e o outro está na parte escura. Porém ele colocou o círculo que deveria estar iluminado na parte escura e o que deveria estar escuro na parte clara. Com isso fez mais um erro, que foi descentrar os círculos polares em relação ao eixo de rotação.

Já o esboço construído pelo aluno 2 apresentou-se totalmente equivocado. Nele, o estudante não distinguiu o movimento de rotação com o de translação e confundiu a causa dos dias e noites com a causa das estações. Na sua concepção, sempre que for dia em um dos hemisférios será noite no outro, o que é falso.

Houve, ainda, um esboço que apresentou um equívoco quanto ao achatamento no globo terrestre, que foi representado no equador ao invés dos pólos. Outros três não apresentaram diferença entre o tamanho dos desenhos que representaram o Sol e a Terra, fato

que nos surpreendeu, tendo em vista que no encontro anterior as informações indicavam que todos haviam compreendido significativamente esse conceito. Entendemos que no decorrer do processo de assimilação sejam comuns situações em que os conhecimentos iniciais se sobressaem aos novos conhecimentos, pois nesse processo não só a nova informação, mas também o conceito subsunçor com o qual ele relaciona e interage é modificado pela interação (Moreira, 1999). Durante um tempo, o produto dessa interação é constituído da nova informação e também dos conceitos subsunçores que permanecem como co-participantes de uma nova unidade.

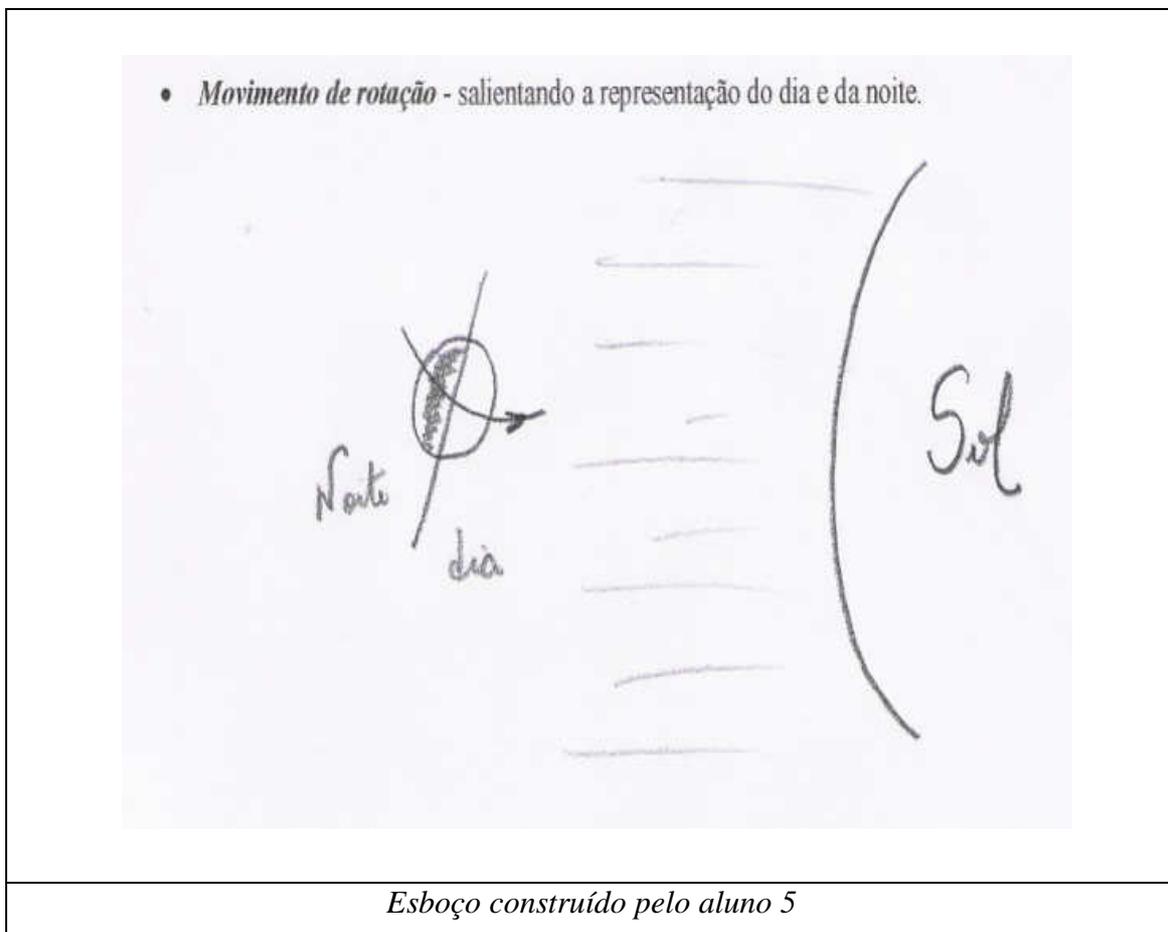
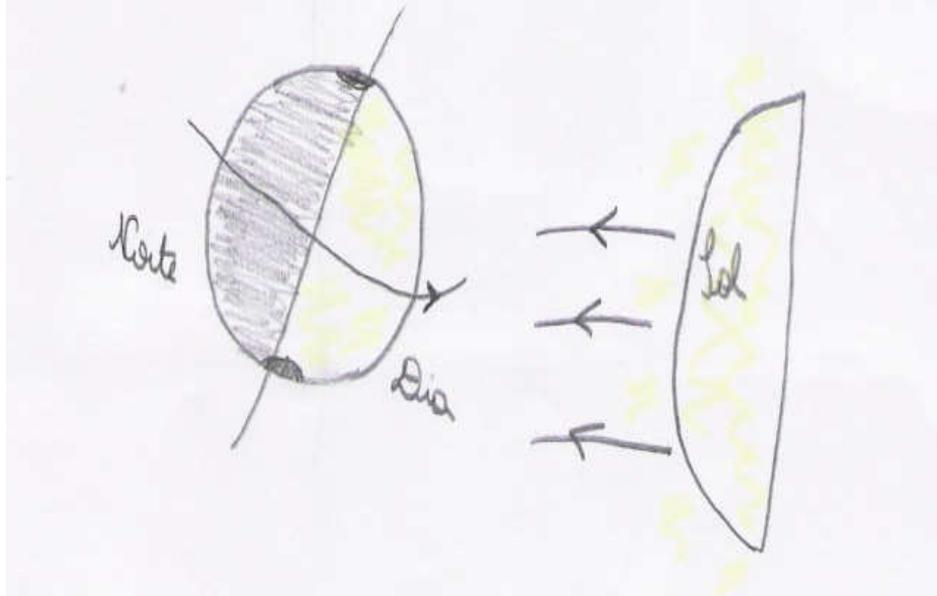


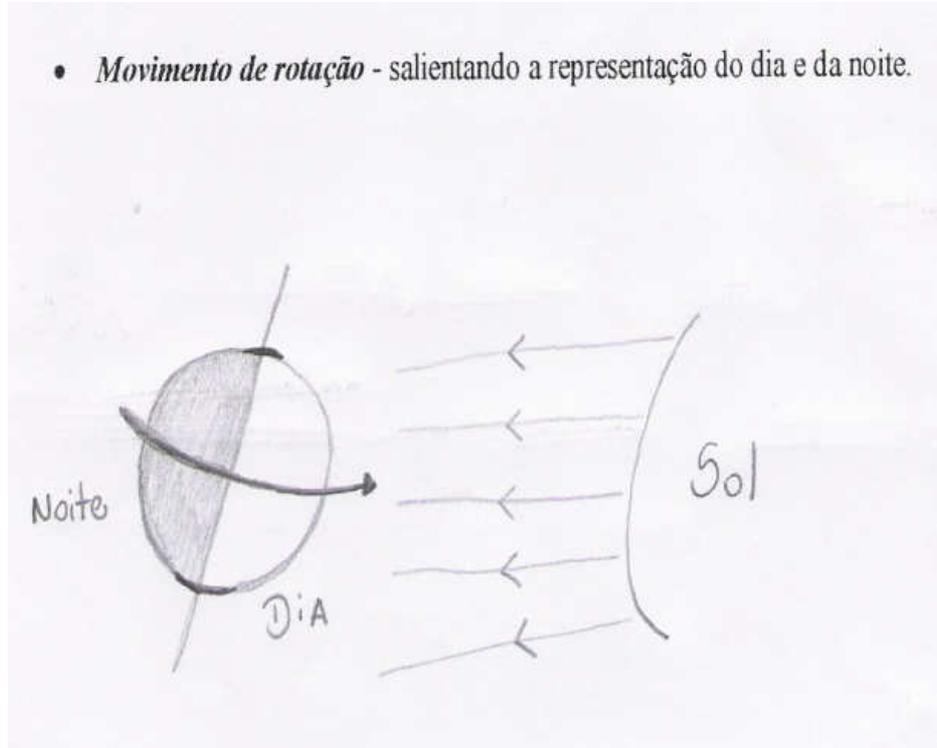
Figura 40 – Quadro com um esboço do movimento de rotação terrestre

- *Movimento de rotação* - salientando a representação do dia e da noite.



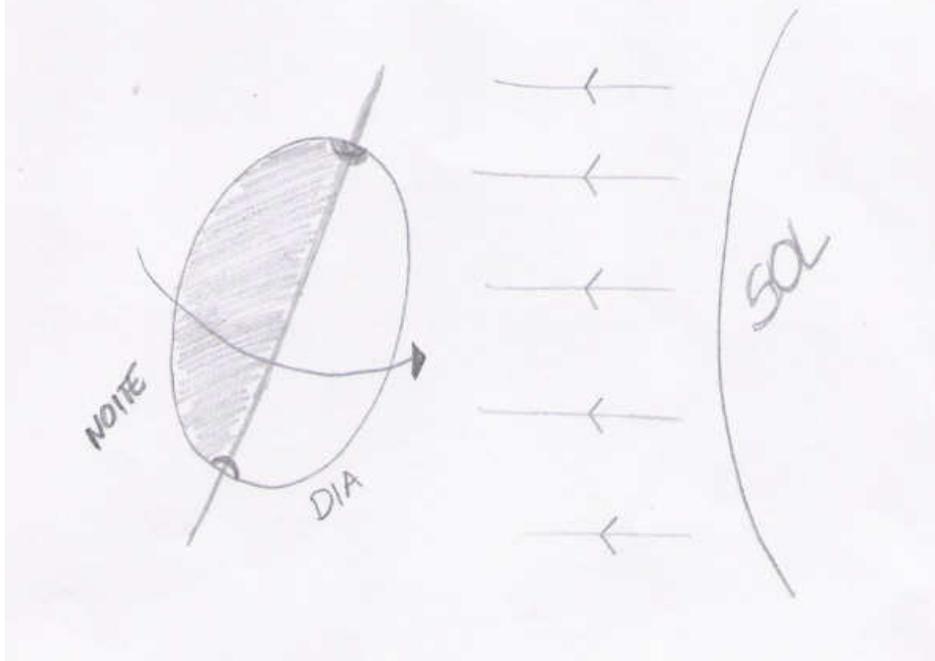
Esboço construído pelo aluno 3

- *Movimento de rotação* - salientando a representação do dia e da noite.



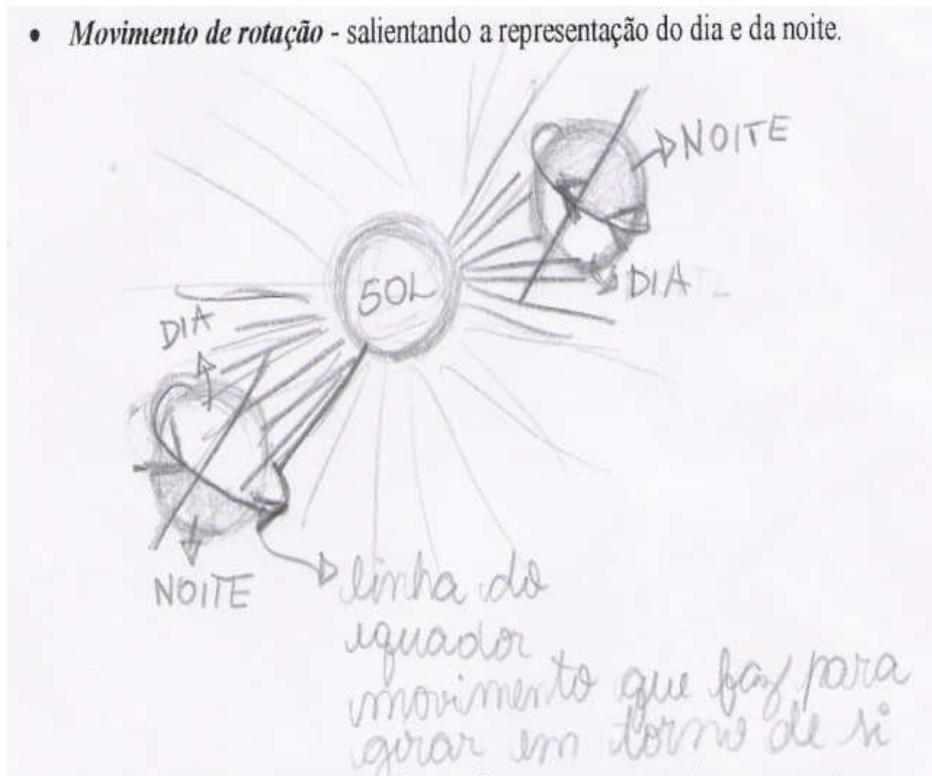
Esboço construído pelo aluno 11

- *Movimento de rotação* - salientando a representação do dia e da noite.



Esboço construído pelo aluno 1

- *Movimento de rotação* - salientando a representação do dia e da noite.



Esboço construído pelo aluno 2

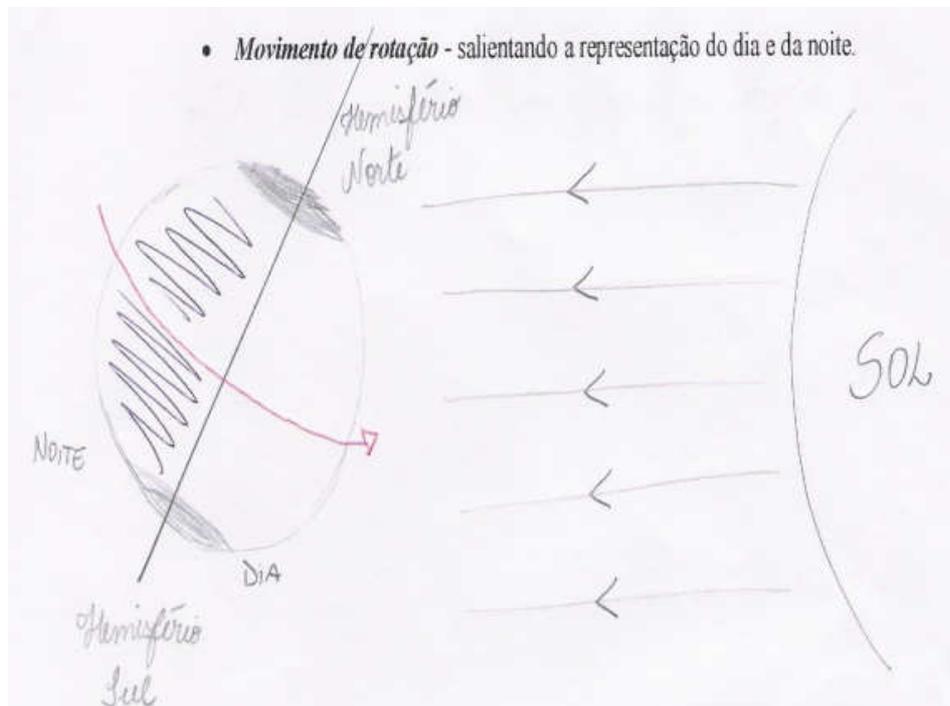
Figura 42 - Quadro com mais esboços do movimento de rotação terrestre

- *Movimento de rotação* - salientando a representação do dia e da noite.



Esboço construído pelo aluno 10

- *Movimento de rotação* - salientando a representação do dia e da noite.



Esboço construído pelo aluno 3

Figura 43 - Quadro com outros esboços do movimento de rotação terrestre



Figura 44- Quadro com um esboço do movimento de rotação terrestre

Quanto aos esboços que se referem ao movimento de translação terrestre, como podemos ver nos quadros das figuras 45, 46, 47 e 48 todos os estudantes atribuíram o surgimento das estações do ano a não alteração, no espaço, da direção do eixo de rotação da Terra durante o movimento de translação, o que faz com que os raios solares atinjam a superfície terrestre com inclinações diferentes durante o ano. Entretanto, o aluno 3 representou o movimento de translação terrestre de forma incorreta. Em seu esboço, a Terra executaria um movimento de translação tanto no sentido horário quanto no sentido anti-horário, parando na parte superior. Novamente, o aluno 2. mostrou um hemisfério totalmente escuro e outro totalmente claro, indicando que não conseguiu entender como ocorrem as estações do ano, embora tenha representado corretamente os sentidos dos movimentos de rotação e translação terrestre.

Sugerimos a todos que pretenderem implementar a proposta aqui relatada, que o desenho dos continentes, bem como a sua pintura na esfera que representa Terra no objeto de ensino simulador dos movimentos de rotação e translação, seja efetuado em um momento entre os encontros. Assim, acreditamos que o maior tempo disponível para discutir os conceitos e simular os movimentos terrestres possa contribuir para a compreensão

significativa desses conceitos. Também, poderia ser explorado a simulação da ocorrência das estações do ano, dos dias e das noites na perspectiva geocêntrica do software STELLARIUM.

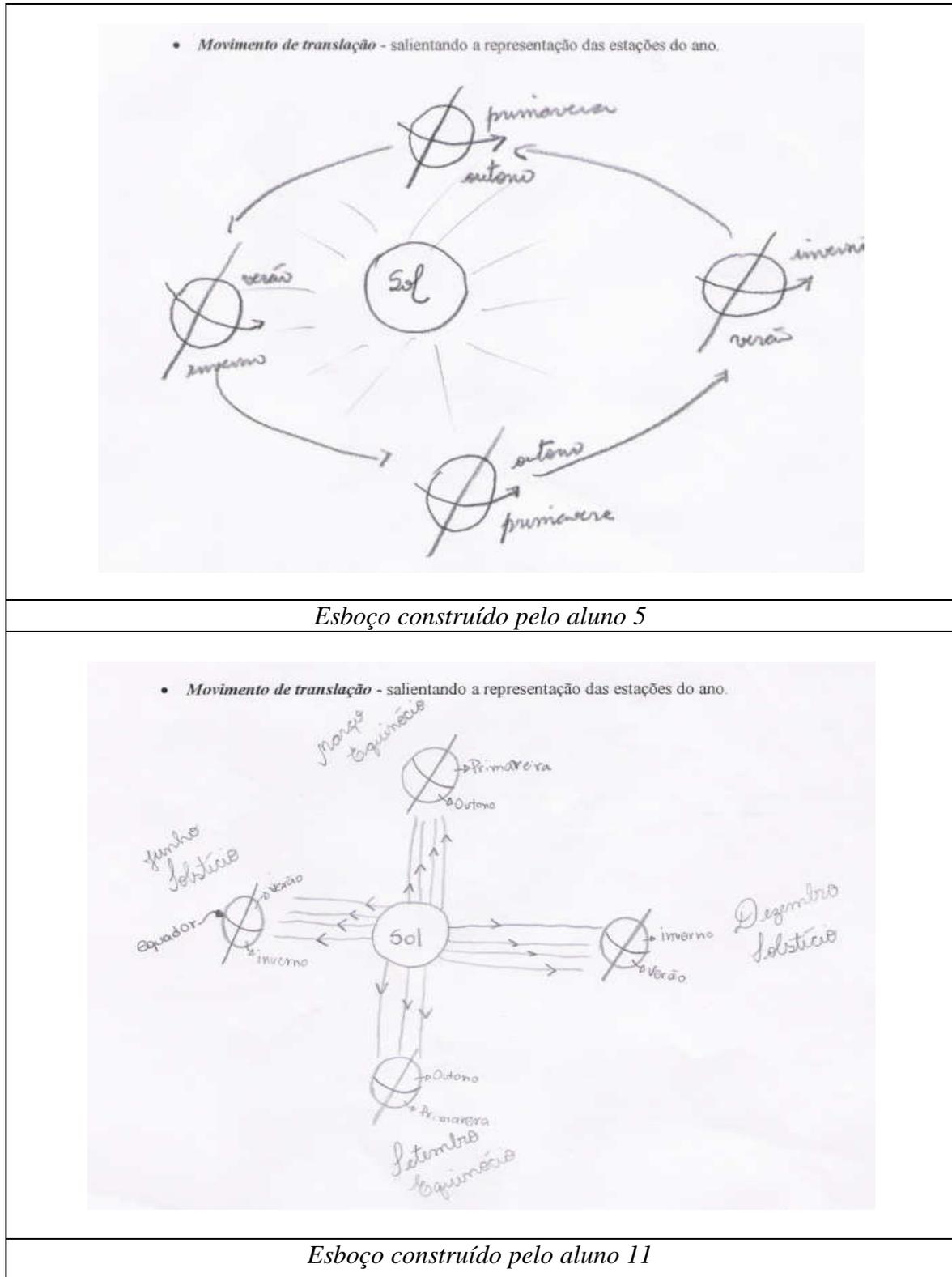
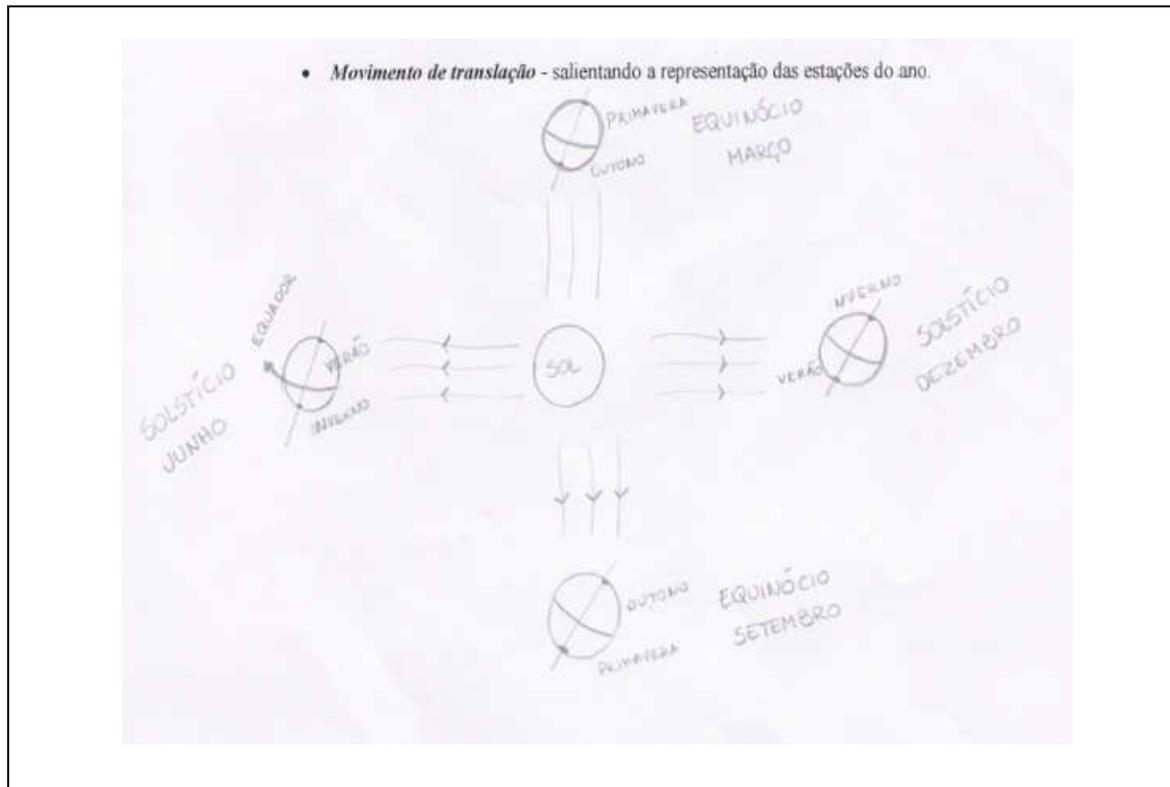
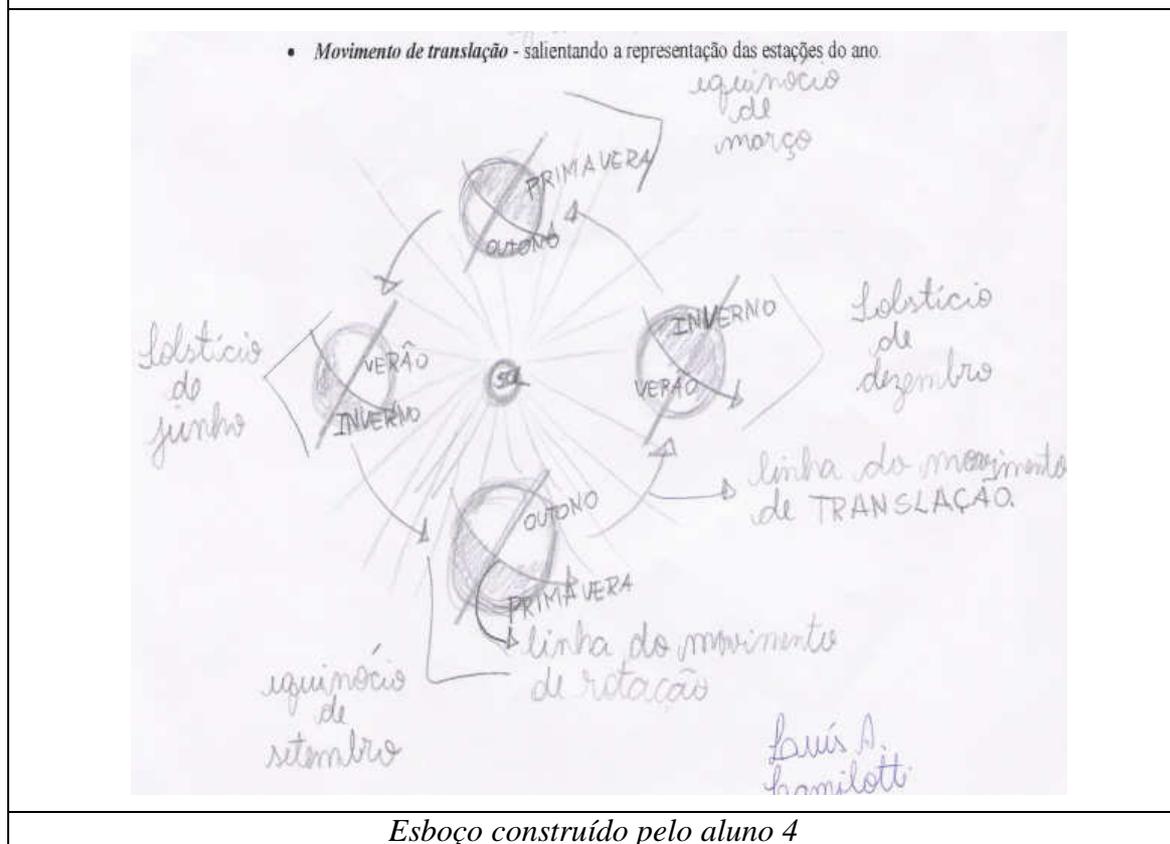


Figura 45 – Quadro com esboços do movimento de translação terrestre

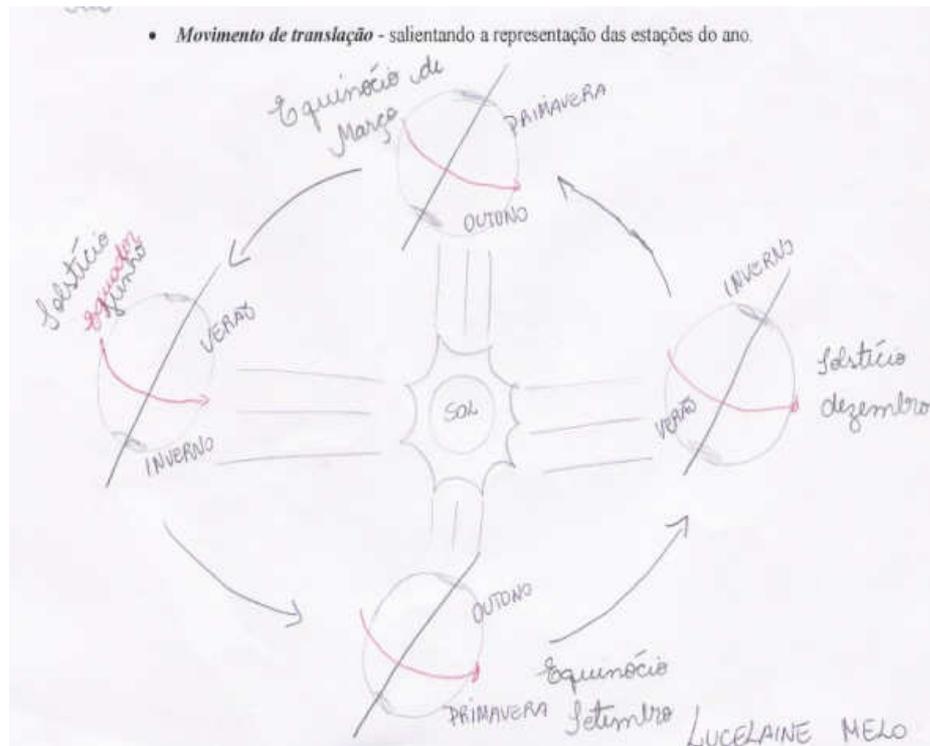


Esboço construído pelo aluno 1



Esboço construído pelo aluno 4

Figura 46 – Quadro com outros esboços do movimento de translação terrestre

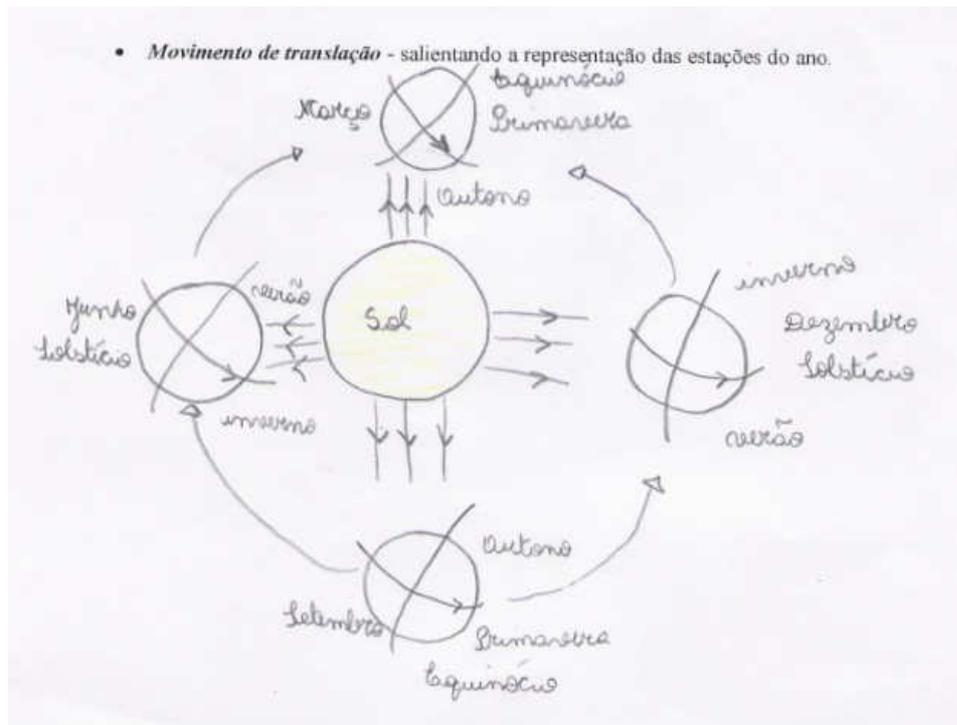


Esboço construído pelo aluno 3



Esboço construído pelo aluno 10

Figura 47 – Quadro com outros esboços do movimento de translação terrestre



Esboço construído pelo aluno 2



Esboço construído pelo aluno 6

Figura 48 – Quadro com outros esboços do movimento de translação terrestre

4.1.7 Análise dos dados obtidos no questionário avaliativo do encontro VII

Diferente do que fizemos nos encontros I e IV, nos quais o questionário para levantamentos de informações foi aplicado no início e no fim, no VII encontro o questionário foi aplicado apenas ao final. Apesar disso, utilizamos os mesmos critérios e escores estabelecidos nos encontros I e IV para agrupar as respostas fornecidas pelos estudantes. Acreditamos que, no comparativo desses resultados com os conhecimentos iniciais, podemos identificar a evolução que os estudantes alcançaram na interpretação dos conceitos referentes à Lua e seus fenômenos.

Como podemos perceber no gráfico da figura 49, os escores obtidos nas dez questões foram altos. Isso demonstra que os novos conceitos foram relacionados ao que o estudante já sabia, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem dessas ideias (Moreira, 1999).

As questões 1 e 3, referentes ao relevo lunar e ao modo como são formadas as crateras encontradas na superfície da Lua, obtiveram 100% de acerto. Nelas, todos os estudantes afirmaram que a superfície lunar é irregular e constituída por mares, montanhas e crateras, que se formam a partir da atividade vulcânica e pelos constantes choques de meteoritos com essa superfície.

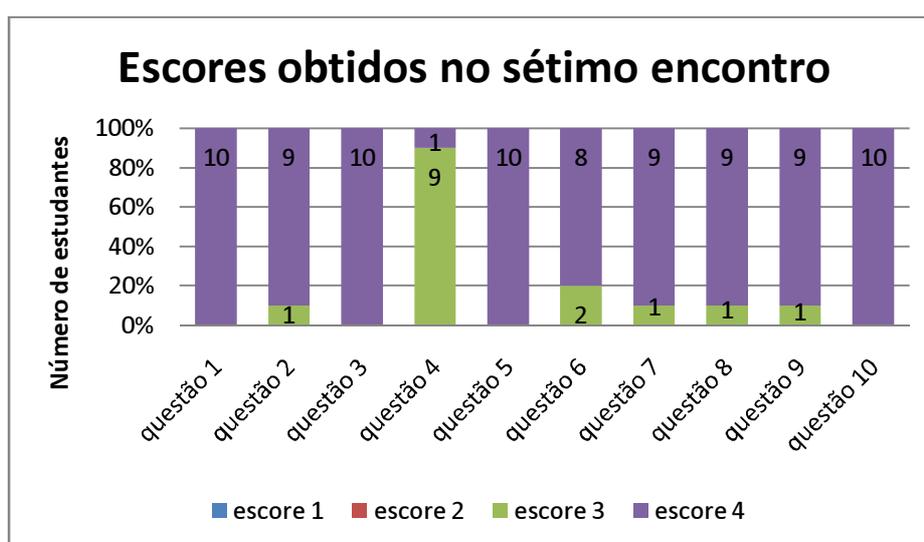


Figura 49 - Gráfico dos escores obtidos em cada questão do questionário avaliativo do sétimo encontro

Na questão 2, enquanto a maioria dos estudantes declarou que os mares encontrados na superfície da Lua são regiões planas dessa superfície e, por esse motivo, aqui da Terra são visualizadas em tons mais escuros; um deles tiveram dificuldades em responder à questão corretamente e se limitaram a destacar apenas a cor observada da superfície terrestre.

A falta de atmosfera na Lua e os efeitos causados por essa ausência foram os conceitos avaliados na questão 4, em que 90% dos estudantes atribuíram essa ausência ao fato de a Lua possuir uma massa relativamente pequena e, conseqüentemente, uma pequena gravidade, incapaz de reter gases ao seu redor. Em virtude desse fenômeno, afirmaram eles, o calor proveniente do Sol não se conserva e ocorre uma enorme discrepância entre as superfícies iluminadas e não iluminadas. Apenas um deles conferiu também, a essa falta de atmosfera a ocorrência de um grande número de choques entre pequenos corpos celestes e a superfície lunar.

A questão 5, que solicitava a descrição dos movimentos de rotação e translação da Lua, obteve 100% de acerto. Das respostas dadas, destacamos a seguinte *“A Lua gira em órbita elíptica em torno da Terra esse movimento é denominado movimento de translação da Lua. Neste a distância entre esses astros varia. Isto é, não é constante e completa um ciclo a cada 27,3 dias. O ponto mais próximo é chamado de perigeu e o ponto mais distante é o apogeu. Ainda, o plano orbital não coincide com o plano da Terra. O movimento que ela realiza sobre si própria é chamado de rotação lunar. Este movimento é sincronizado com o seu movimento de translação. Por isso a Lua se mantém sempre com a mesma face voltada para nós”* (aluno 5). Tal resposta contempla todos os conceitos referidos de uma maneira clara e objetiva.

Durante o levantamento dos conhecimentos prévios, constatamos que os estudantes sabiam o que eram as fases da Lua, mas tinham dificuldades em explicar como elas ocorriam. Foi esse o assunto abordado na questão 6. A partir da análise dos resultados obtidos, verificamos que 80% dos estudantes passaram a interpretar as fases da Lua como as diferentes aparências que ela mostra devido à variação na iluminação pelo Sol da face lunar voltada para a Terra.

As questões 7, 8 e 9 se complementavam e os resultados obtidos também foram iguais. Todas elas tiveram 90% de acerto, pois os estudantes foram capazes de explicar corretamente a formação dos eclipses lunares e solares. Ressaltamos que nas questões 8 e 9, nas quais solicitávamos a descrição dos eclipses do Sol e da Lua, cerca de 78% dos estudantes que as acertaram utilizaram desenhos para respondê-las. A figura 50 apresenta os esboços dos

eclipses solar e lunar feito por um dos cursistas. Acreditamos que isso caracteriza a aprendizagem pretendida, porque nos desenhos os estudantes precisaram representar os conceitos em um contexto diferente daquele abordado durante o encontro.

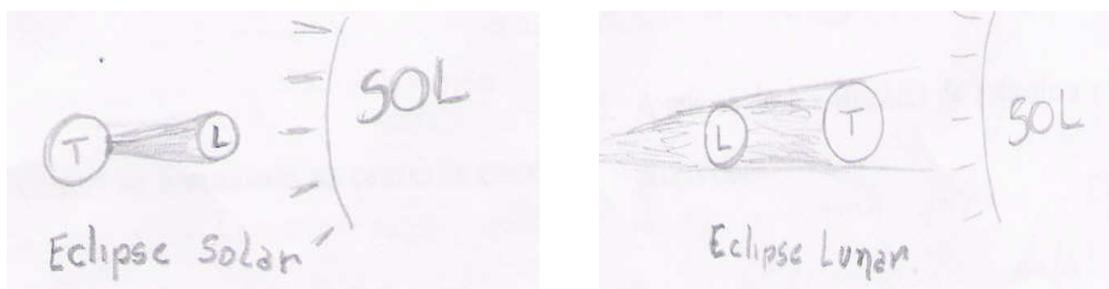


Figura 50 - Representação de eclipses solares e lunares feito pelo aluno 5

A questão 10, com a qual procurávamos entender se os estudantes sabiam o que eram as forças de marés e suas causas, também apresentou 100% de acerto. Todos os estudantes passaram a interpretar a alteração do nível dos oceanos como efeito da variação da atração gravitacional da Lua sobre os diferentes pontos da Terra.

4.1.8 Apresentação e discussão dos resultados obtidos no questionário de avaliação do curso

A avaliação do curso, conforme mencionamos no item 3.2.3, foi realizada a partir do questionário final, respondido pelos 13 estudantes presentes e que não se identificaram no documento. Os resultados são apresentados e discutidos a seguir.

Na questão 1 pedimos para que os estudantes avaliassem a metodologia utilizada no decorrer do curso. Para essa questão apenas dois tipos de respostas foram fornecidas, dez estudantes classificaram a metodologia como excelente e três deles afirmaram que ela foi adequada para os objetivos pretendidos. Das justificativas expressadas, destacamos os seguintes trechos das respostas “... as técnicas iniciais foram muito importantes no entendimento dos conteúdos estudados em cada aula ...”, “... qualquer metodologia utilizada se encaixaria no curso pois, os conteúdos sobre Astronomia são muito interessantes...” e “... pois, no curso todas as atividades se completavam fazendo com que todos compreendessem os conteúdos passados”. As manifestações dos participantes demonstram a aprovação da

organização estrutural utilizada no transcorrer do curso, baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Os comentários evidenciam que os estudantes reconhecem a importância da utilização de organizadores prévios na compreensão significativa dos assuntos abordados.

A questão 2 foi elaborada com o objetivo de verificar a opinião dos estudantes sobre o material institucional disponibilizado durante o encontro. Arrolamos abaixo as respostas dadas por cada um dos estudantes, as quais demonstram que o material disponibilizado foi credenciado por eles para novas aplicações.

“Maravilhoso! Nossas dúvidas podiam ser sanadas pelo material.”

“Muito bom, haviam dúvidas que surgiam depois da aula, mas o material respondia a dúvida.”

“Excelente pois, será muito importante durante nossa futura atuação como professores.”

“É um ótimo material, pois poderá ser utilizado futuramente durante nossa prática.”

“O material é bem diversificado. Nos disponibiliza materiais que infelizmente não encontramos em nossas salas de aula.”

“Legal, quando tivermos dúvidas está tudo lá. Eu ainda destaquei todos os tópicos mais importantes e assim fica fácil lembrar do que estudamos.”

“O material me ajudou entender melhor o conteúdo e estava bem completo. Logo ele é muito bom.”

“Ótimo!”

“Muito bom, vai servir!!”

“Um material deve conter todos os conteúdos de forma clara. O que foi disponibilizado no curso é claro. Então ele é ótimo.”

“Bom, contém tudo o que estudamos e que vamos abordar no decorrer da nossa profissão.”

“Muito bom.”

“Não só os textos são excelentes, mas também as apresentações em data show que o professor disponibilizava.”

Uma avaliação da atuação do professor durante o curso foi o que solicitamos aos estudantes na questão 3, em que 100% consideraram a atuação como muito satisfatória. Em suas respostas, ressaltaram a importância da preparação prévia por parte do professor em relação aos assuntos que são abordados em uma situação de aprendizagem e a segurança necessária na condução das atividades propostas. Reproduzimos a seguir a resposta de três estudantes que destacaram tais características.

“Ele se mostrou sempre muito seguro e competente em suas explicações”

“A atuação do professor foi compatível com o objetivo do trabalho proposto. Se manteve sempre uma postura segura e clara. Suas orientações eram sempre objetivas o que propiciava um ambiente bom para o processo de ensino e aprendizagem. Acredito que atingiu seus objetivos.”

“Tem muito conhecimento, explica muito bem, é dinâmico e preocupado com a aprendizagem dos alunos. Sempre senti que ele estava preparado para as aulas. É muito organizado. Tudo isso fez com que entendêssemos muito bem os conteúdos passados.”

A questão 4 solicitou aos estudantes que opinassem sobre a validade do curso, enquanto a questão 5 solicitou que cada estudante opinasse sobre a importância da experiência vivenciada durante o curso para a sua formação profissional. Na análise das respostas fornecidas, verificamos que eles as interpretaram como questões equivalentes, uma vez que, em ambas, as respostas transmitiram as mesmas ideias. Transcrevemos a resposta de um estudante para as duas questões: *“Com certeza é válida, o curso ajudou a aprofundar meus conhecimentos sobre o Universo, galáxias, estrelas, planetas, Sistema Solar. Assuntos que*

teremos que trabalhar com nossos futuros alunos.” (questão 4), “Como não tivemos a oportunidade de estudar esses conteúdos durante o ensino médio magistério, considero esta experiência importantíssima. Frequentando o curso fiquei mais tranquila para ensinar e falar sobre o assunto” (questão 5).

Nas respostas, percebemos dois elementos importantes: a grande preocupação em dominar os conceitos que serão abordados em possíveis atuações profissionais e a percepção da lacuna existente na sua formação. Esses dois elementos confirmam a validade da proposta aqui apresentada, uma vez que, conforme o item 1.1 deste relato, nossa pretensão foi contribuir para sanar possíveis lacunas existentes na formação de professores em nível Médio.

Quanto à questão 6, em que solicitamos aos estudantes que elencassem aspectos positivos ou negativos do curso, todos expressaram apenas aspectos positivos, dos quais os mais destacados foram: organização, construção de material didático, criatividade dos encontros, atividades que se complementavam, documentários e debates ocorridos nas atividades propostas.

Em resposta à questão 7: “O que e onde o curso pode ser melhorado? Dê algumas sugestões para a implementação do curso novamente no futuro.”, houve alguns depoimentos significativos que transcrevemos a seguir.

“Poderíamos ter abordado os assuntos sobre vida fora da Terra com mais ênfase.”

“Que o curso tivesse uma maior duração assim poderíamos estudar alguns conceitos como a galáxia de Andrômeda.”

“Poderíamos realizar experiências à noite, para podermos visualizar na prática o conteúdo que é apresentado.”

“Mais encontros e que estes fossem em sábados consecutivos.”

Agregando os bons resultados obtidos pelos estudantes nas avaliações realizadas durante os encontros e apresentados nos itens anteriores às opiniões aqui registradas, podemos avaliar que a maioria dos objetivos da nossa proposta foi alcançada. Os dados corroboram nossa opinião de utilizar a Astronomia como elemento motivador para o ensino de ciências.

Quando os estudantes percebem que os conteúdos a serem aprendidos têm alguma ligação com o que conhecem e os interpretam como importante para suas vidas, desenvolvem um potencial maior para a aprendizagem, uma vez que esses novos conhecimentos passam a fazer sentido. Dessa forma, entendemos que a ideia de desenvolver um curso de extensão sobre conceitos básicos de Astronomia, fundamentado na teoria da Aprendizagem Significativa, pode ser considerada uma experiência bem sucedida de complementar os currículos dos cursos de formação de professores na modalidade Normal.

Durante os encontros percebemos que os pseudo-organizadores prévios e os materiais introdutórios tiveram uma função importante no processo de aprendizagem. Eles se mostraram muito eficazes no estabelecimento das ligações entre os conhecimentos iniciais dos estudantes e os temas abordados e como instrumento motivador para a aprendizagem desses temas. No momento em que o estudante se sente motivado à aprendizagem, notamos que ele se sente livre para perguntar e debater sobre os conceitos apresentados. As apresentações de imagens astronômicas através de slides, apoiadas nos textos que foram elaborados com forte ênfase na parte conceitual dos conteúdos, também se mostraram estratégias fundamentais para que os estudantes realizassem a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa desses conteúdos. As construções da maquete do Sistema Solar e do objeto de ensino que simula os movimentos terrestres também se constituíram como momentos importantes do curso. Com eles, os estudantes foram capazes de perceber claramente as diferenças entre as dimensões e os movimentos dos corpos celestes que compõem o Sistema Solar.

Conforme apresentamos nos itens deste capítulo, no transcorrer da aplicação da proposta aqui descrita foram aplicados diversos instrumentos de avaliação. Neles verificamos que, apesar de haver um considerável avanço nos conhecimentos dos estudantes sobre Astronomia, alguns aspectos chamaram nossa atenção e merecem destaque. Houve estudantes, como já referimos, que apresentaram dificuldades na compreensão do significado físico da grandeza ano-luz, além disso, a identificação dos processos de transmissão de calor nos fenômenos relacionados às partes constituintes do Sol também se mostrou com deficiência de compreensão.

Avaliamos que a dificuldade apresentada em relação à grandeza ano-luz se deve a grande ênfase matemática dada aos conceitos de deslocamento e velocidade durante a sua abordagem na 1ª série do curso de formação de professores em nível médio. Por outro lado, quanto à dificuldade apresentada em relação aos processos de transmissão de calor, os estudantes a justificaram pelo fato de nunca terem tido a oportunidade de estudá-los. Apesar

da interpretação desses temas ser importante para a compreensão significativa do conjunto de temas abordados no curso, cremos que eles não interferiram na aprendizagem significativa objetivada, uma vez que nas discussões surgidas nos encontros subsequentes tais conceitos foram novamente abordados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Nesta dissertação, buscamos desenvolver uma proposta de ensino de conceitos básicos de Astronomia a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes do curso de formação de professores da modalidade Normal da EENAV, tendo como fundamentação teórica a teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel.

O curso de formação de professores em nível médio na modalidade Normal está assegurado pela Lei 9.494, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), que no Artigo 62 admite a titulação obtida no curso, como a formação mínima para o exercício da docência na Educação Infantil e nos anos iniciais do Ensino Fundamental. A EENAV é uma das 104 instituições educacionais, da rede estadual do Rio Grande do Sul, que oferece essa modalidade de ensino.

Como constatamos e referimos anteriormente, nessa escola o curso Normal possui duas matrizes curriculares em vigência, uma composta com 3.600 horas-aula e outra com 3.200 horas-aula. Ambas estão organizadas de acordo com as diretrizes curriculares estabelecidas pela Resolução No. 02/1999 da Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação. Em consonância com tal resolução, as diretrizes curriculares compreendem um grupo de disciplinas de formação geral e outro de formação pedagógica. No entanto, dentro de dois anos, somente a matriz curricular composta de 3.200 horas-aula estará em vigor, acarretando uma redução de 32 horas-aula na disciplina de Física, o que diminuirá ainda mais o pouco tempo destinado ao desenvolvimento dos conteúdos.

A falta de professores licenciados em Física na escola é outro problema. Encontramos, ministrando aulas de Física, professores de Matemática, que durante sua graduação cursaram algumas disciplinas de Física e obtiveram a habilitação para lecionar a disciplina. Além disso, os resultados do questionário de diagnóstico, que aplicamos para levantarmos preliminarmente alguns dados, demonstraram outros dois fatores agravantes presentes nesse curso de formação de professores. O primeiro diz respeito ao desenvolvimento dos conteúdos de Física, cuja grande ênfase é a física matemática, com o predomínio de assuntos referentes à cinemática, dinâmica, termologia, óptica e onda, o que é visto pelos estudantes como algo sem sentido e distante da realidade da Educação Básica. O segundo agravante se refere aos assuntos físicos, em especial aos de Astronomia, que fazem parte dos currículos dos primeiros anos do Ensino Fundamental: eles são pouco ou quase nada abordados durante o curso

Normal. Assim, os estudantes, futuros professores, sentem-se inseguros conceitual e metodologicamente para atuar na docência dos primeiros anos do Ensino Fundamental.

A experiência aqui descrita permite confirmar que uma metodologia com enfoque em um conteúdo significativo para o estudante é fundamental para despertar nele o prazer pela ciência, a construção de significado e a valorização do que está sendo aprendido. Isso proporcionar uma segurança maior aos estudantes quando forem discutir e comentar esses assuntos em sua futura atuação profissional. Para elaborar um curso nessa perspectiva, é preciso desenvolver uma metodologia adequada e dispor de materiais de ensino que facilitem a ocorrência da aprendizagem significativa.

Ao elaborar o curso de extensão, tivemos sempre como meta principal seu desenvolvimento de acordo com a teoria da Aprendizagem Significativa. Para isso, em todos os encontros foram aplicados instrumentos que identificassem os subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos estudantes. Durante a análise de tais instrumentos, constatamos que muitas vezes os estudantes já trazem consigo alguns conhecimentos sobre Astronomia, porém, na maioria das vezes, apresentam-se de forma incompleta ou equivocada. Esse fato deve constituir um alerta ao professor que pretender aplicar a proposta aqui apresentada, no sentido de estar sempre atento para que não se perpetuem algumas compreensões errôneas, decorrentes de explicações fornecidas pelo senso comum a fenômenos astronômicos.

Quanto ao tema abordado, continuamos acreditando e sustentando que assuntos referentes à Astronomia são apropriados e altamente motivadores para estudantes do curso de formação de professores na modalidade Normal. Durante os encontros, observamos seu interesse e motivação com o que estava sendo trabalhado. Eles reconheciam a importância da compreensão significativa dos temas para suas possíveis atuações como docentes dos primeiros anos do Ensino Fundamental. Constantemente participavam do encontro, indagando, comentando e confrontando seus conhecimentos iniciais com os novos conceitos apresentados. Dessa forma, podiam redimensionar o que já sabiam e ancorar nesse conhecimento prévio os novos conteúdos. Isso contribuiu para as modificações nos subsunçores existentes e, conseqüentemente, para a ocorrência do processo de assimilação preconizado por Ausubel.

Os oito encontros proporcionados aos estudantes mostraram-se suficientes para o desenvolvimento do curso, porém entendemos que alguns conceitos abordados no sétimo encontro podem ser transferidos para o oitavo. A abordagem da origem e evolução lunar, das características físicas da Lua, de seus movimentos e fases, além do surgimento dos eclipses e

forças de marés nesse encontro se mostrou um excesso de conceitos para um pequeno espaço de tempo. Assim, sugerimos que, em novas implementações do curso, o debate referente aos assuntos de eclipses solares e lunares bem como as forças de marés seja destinado ao último encontro. Apesar de esse fato ser relevante quando se objetiva uma aprendizagem significativa, acreditamos que não teve uma influência crucial no desenvolvimento do curso.

Pelos resultados apresentados e analisados no capítulo anterior, cremos que a proposta desenvolvida alcançou os objetivos propostos. Os estudantes tiveram índices muito satisfatórios nos instrumentos de constatação de aprendizagem aplicados ao término dos encontros. Naqueles em que utilizamos questionários abertos para verificar a aprendizagem, o índice médio de respostas consideradas corretas atingiu cerca de 84%, fato que apresenta um significativo avanço nos conhecimentos dos cursistas sobre os temas estudados, uma vez que ao serem aplicados no início dos encontros, apresentaram índices médios de aproximadamente 33% de acertos. Nos registros das memórias dos encontros, dos pequenos comentários efetuados e da representação dos conceitos através de desenhos, os estudantes demonstraram a compreensão genuína dos conceitos estudados, pois conseguiram identificá-los, diferenciá-los e transferi-los a novos contextos. Os mapas conceituais foram instrumentos que nos oportunizaram verificar como os estudantes estruturaram os conceitos referentes às constelações em suas estruturas cognitivas. Neles os cursistas conseguiram estabelecer, através da disposição dos conceitos no mapa, uma diferenciação progressiva e uma reconciliação integrativa desses conceitos. Além disso, também foi alto o índice de assiduidade nos encontros, demonstrando que o curso foi capaz de manter os estudantes motivados e interessados.

O curso foi exitoso e pode ser repetido, com convicção de sucesso, com estudantes finalistas do curso de formação de professores na modalidade Normal. No entanto, nada impede que ele seja adaptado e transforme-se em parte integrante do currículo de Ensino Médio da modalidade Normal, como também do currículo do Ensino Médio regular. Salientamos que ao desenvolver a proposta aqui apresentada com estudantes do curso Normal é necessário levar em consideração que eles estudaram poucos temas de Física. Assim, assuntos como os princípios básicos da cinemática, dinâmica, termologia, termodinâmica, óptica e eletromagnetismo devem ser abordados concomitantemente com o desenvolvimento dos conteúdos do curso, uma vez que tais conceitos físicos se constituem de pré-requisitos importantes para a compreensão dos assuntos abordados no curso.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Câmara da Educação Básica do Conselho Nacional da Educação: *Resolução n. 2*. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB0299.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2009.
- BRASIL. Ministério da Educação. Lei n. 9.394 de 20 de dezembro de 1996. *Lei de Diretrizes da Educação Nacional*. MEC, LDB. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb.index.php?option=content&task=section&id=14&Itemid=233>> Acesso em: 05 ago. 2009.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. *Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: ciências naturais*. Brasília: MEC/SEMTEC, 1998.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais*. Brasília: MEC/SEMTEC, 1997.
- CANIATO, R. *O que é Astronomia?* São Paulo: Brasiliense, 1994.
- DAMASIO, F.; STEFFANI, M. H. A física nas séries iniciais (2^a a 5^a) do ensino fundamental: desenvolvimento e aplicação de um programa visando a qualificação de professores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. São Paulo, v. 30, n.4, p.1-9, dez. 2008.
- ESCOLA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO BÁSICA NICOLAU DE ARAÚJO VERGUEIRO - EENAV. *Planos de Estudos*. Passo Fundo: 2005a. Mimeografado.
- ESCOLA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO BÁSICA NICOLAU DE ARAÚJO VERGUEIRO - EENAV. *Projeto Político Pedagógico*. Passo Fundo: 2005a. Mimeografado.
- ESCOLA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO BÁSICA NICOLAU DE ARAÚJO VERGUEIRO - EENAV. *Planos de Estudos*. Passo Fundo: 2008a. Mimeografado.
- EVANGELISTA, P. C. Q.; ZIMMERMANN, E. Pedagogos e o ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 24, n. 2, p. 261-280, ago. 2007.
- FARIA, R. P. *Fundamentos de Astronomia*. 3. ed. Campinas: Papirus, 1987.

FÁVERO, A. A. et. al. *Apresentação de trabalhos científicos: normas e orientações práticas*. 4. ed. Passo Fundo: UPF Editora, 2008.

FERREIRA, M.; ALMEIDA, G. *Introdução à Astronomia e às Observações Astronômicas*. 7. ed. Lisboa: Plátano Editora, 2004.

FRIAÇA, A.; DAL PINO, E.; SODRÉ, L.; PEREIRA, V. *Astronomia: uma visão geral do universo*. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

GONZATTI, S. E. M. *Um Curso Introdutório à Astronomia para a Formação Inicial de Professores de Ensino Fundamental, em Nível Médio*. 2008. 260 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

IBGE. Banco de Dados Agregados. *Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 nov. 2008.

LANGHI, R.; NARDI, R. 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 – RELEA*. São Paulo, n. 2, p. 75-92, jun.2005.

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

LEITE, C.; HOSOUME, Y. Os professores de ciências e suas formas de pensar a astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA*, São Paulo, n. 4, p. 47- 68, 2007.

LIMA, M. E. C. C.; MAUÈS, E. Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 161-175, dez. 2006.

LUCCI, E. A. *O Universo, o Sistema Solar e a Terra: descobrindo as fronteiras do universo*. São Paulo: Atual, 2006.

MEES, A. A. *Astronomia: motivação para o ensino de física na 8ª série*. 2004. 132 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MOREIRA, M. A.; AXT, R. A questão das ênfases curriculares e a formação do professor de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 66-78, ago. 1986.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. *A Física na Formação de Professores do Ensino Médio*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1999a.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. *Teorias Construtivistas*. Porto Alegre: Instituto de Física/UFRGS, 1999b.

MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: E. P. U, 1999.

MOREIRA, M. A. *Mapas Conceituais e Diagramas V*. Porto Alegre: Ed. do autor, 2006.

OLIVEIRA FILHO, K. de S.; SARAIVA, M. de F. O. *Astronomia e Astrofísica*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

OLIVEIRA FILHO, K. de S.; SARAIVA, M. de F. O. *Astronomia e Astrofísica*. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/ssolar.htm>>. Acesso em: 20, 22-23, 25 mar. 2009.

PACCA, J. L. A.; SCARINI, A. L. Um curso de astronomia e as pré-concepções dos alunos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. São Paulo, v. 28, n. 1, p. 89-99, jan./mar. 2006.

PINTO, S. P.; FONSECA, O. M.; VIANNA, D. M. 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.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO. Secretaria do Desporto e Cultura. *Jornada Nacional da Literatura*. Disponível em: <<http://www.pmpf.rs.gov.br/index.php?p=1&a=1>>. Acesso em: 15 abr. 2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO. Secretaria da Educação. *Relação das Escolas*. Disponível em: <<http://www.pmpf.rs.gov.br/secao.php?p=1198&a=2>>. Acesso em: 15 abr. 2009.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Educação. *Curso Normal*. Disponível em: <http://www.educacao.rs.gov.br/pse/html/curso_normal.jsp?ACAO=acao1>. Acesso em: 12 abr. 2008.

SANTOS, D. *Experiências de Física na Escola*. Passo Fundo: EDIUPF, 1996.

SCHOEDER, C. A importância da física nas quatro primeiras séries do ensino fundamental. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 89-94, jan./mar. 2007.

SOUZA, C. M. S. G.; MOREIRA, M. A. Pseudo-organizadores prévio como elementos facilitadores da aprendizagem de física. *Revista Brasileira de Física*, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 303-315, abr. 1981.

UHR, A. P. *O Sistema Solar: um programa de astronomia para o ensino médio*. 2007. 121 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO. *Histórico: o surgimento da UPF*. Disponível em: <http://www.upf.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=321&Itemid=455>. Acesso em: 25 jul. 2009a.

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO. *Histórico: unidades acadêmicas da UPF*. Disponível em: <http://www.upf.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=338&Itemid=498>. Acesso em: 25 jul. 2009b.

VIDAL, E. M.; ANDRÉ, A. C. M.; MOURA, F. M. T. Os conceitos físicos na formação de professores de 1º à 4º séries do curso de pedagogia da Universidade Estadual do Ceará. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 179-191, ago. 1998.

APÊNDICES

Apêndice A – Questionário aplicado a estudantes do sétimo semestre do curso Normal da Escola Estadual de Educação Básica Nicolau de Araújo Vergueiro

Curso “Astronomia: conceitos iniciais”

Caro(a) estudante,

Eu, Luiz Marcelo Darroz, professor de Física e aluno do curso do Mestrado Profissional de Ensino de Física da UFRGS, venho convidar você, estudante concluinte do curso de formação de professores na modalidade Normal da Escola Estadual de Educação Básica Nicolau de Araújo Vergueiro, para participar de um curso de formação continuada denominado *Astronomia: conceitos iniciais*.

O referido curso, que tem como objetivo proporcionar atualização dos conhecimentos de ciências físicas na área de Astronomia será composto de 32 horas e terá encontros quinzenais aos sábados. Esses encontros serão realizados no laboratório de Física do Instituto de Ciências Exatas e Geociências da Universidade de Passo Fundo no turno da manhã, das 8 às 12 horas. Todos os participantes com frequência mínima de 75% receberão certificado de participação.

O curso também possibilitará a aplicação do meu projeto de dissertação do curso de Mestrado. Assim sendo, gostaria que todos respondessem as seguintes questões para a primeira coleta de dados da referida dissertação.

QUESTIONÁRIO:

- 1- Nome:.....
- 2- Idade.....
- 3- Cidade onde reside:.....
- 4- Série e turma:.....
- 5- Turno em que frequenta o curso:.....
- 6- Em que escola cursou o ensino fundamental?.....
.....
- 7- No ensino fundamental, que disciplina mais lhe chamava a atenção? Por quê?.....
.....

- 8- O que o(a) levou a cursar o ensino médio que visa a formação de profissionais da educação para atuar nas séries iniciais do ensino fundamental?.....
.....
- 9- Nesse curso, quais disciplinas que lhe chamam mais atenção? Por quê?.....
.....
- 10- Em quais disciplinas têm maior facilidade? E em quais possui mais dificuldade?.....
.....
- 11- Qual sua opinião quanto à disciplina de Física?.....
.....
- 12- Costuma assistir programas televisivos do tipo telejornais? Em caso afirmativo cite ao menos um.
- 13- Lê jornal ou revista regularmente? Em caso afirmativo cite ao menos um(a).
.....
- 14- Nos programas televisivos e nas reportagens dos jornais e revistas, que “matérias”, isto é, que assuntos lhe chamam mais atenção?
.....
.....
.....
- 15- Assuntos relacionados com a Astronomia despertam sua curiosidade? Justifique.
.....
.....
- 16- Na sua futura atuação profissional como professor de ensino fundamental de séries iniciais, assuntos relacionados à Astronomia deverão ser abordados. Você se sente seguro para trabalhar com seus futuros alunos tais conteúdos? Por quê?
.....
.....
- 17- Gostaria de frequentar o *Curso de Astronomia: conceitos iniciais*?.....
.....

Apêndice B – Ficha de inscrição para o curso “Astronomia: conceitos iniciais”

*Aplicação do projeto de dissertação de mestrado “UMA PROPOSTA PARA TRABALHAR
CONCEITOS DE ASTRONOMIA COM ALUNOS CONCLUINTES DO CURSO DE
FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA MODALIDADE NORMAL”*

Ficha de inscrição para o curso “Astronomia: conceitos iniciais”

1. Nome:.....
2. Idade.....
3. Cidade onde reside:.....
4. Escola onde estuda:.....
5. Série e turma:.....
6. Já teve alguma experiência como professor?.....
.....
.....
7. Em caso afirmativo na questão anterior, cite-a (as).....
.....
.....
8. Por que resolveu fazer o curso?.....
.....
.....
9. Quais são as suas expectativas no curso?.....
.....
.....
.....

Apêndice C – Texto de Apoio

Projeto de dissertação do mestrado: “UMA PROPOSTA PARA TRABALHAR CONCEITOS DE ASTRONOMIA COM ALUNOS CONCLUINTES DO CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA MODALIDADE NORMAL”

Texto de apoio para o curso “Astronomia: conceitos iniciais”

Apresentação

Assuntos referentes à Astronomia deslumbram o homem desde os tempos mais remotos. Sempre que olha para o céu em noites escuras e sem nuvens, a curiosidade é inevitável. Buscar respostas para essas curiosidades sempre foi o grande objetivo da humanidade. Atualmente, conhecemos muito sobre o Universo a que fazemos parte, mas ainda há muito mais a conhecer.

Este texto de apoio tem como objetivo dar suporte ao curso *Astronomia: conceitos iniciais*. Nele abordam-se todos os conceitos que serão desenvolvidos durante o referido curso de forma introdutória e com ênfase na parte conceitual do conteúdo. Em notas de rodapé encontram-se dispostos a relação de conceitos físicos necessários para a compreensão astronômica que está sendo discutida em cada texto. Os nove textos que o compreendem estão assim dispostos:

- As distâncias no espaço sideral
- A origem do Universo
- As galáxias
- Formação e evolução estelar
- Constelações
- Sol: a estrela do Sistema Solar
- O Sistema Solar
- O Planeta Terra
- Lua – o nosso satélite

As distâncias no espaço sideral⁴

Aqui na superfície da Terra é possível se deslocar de um lugar a outro andando alguns passos; metros ou quilômetros, se a distância for maior. Geralmente essas unidades são suficientes para medir o espaço percorrido. No entanto, quando se referem aos corpos celestes as distâncias não são calculadas como na Terra, pois as distâncias entre esses corpos são muito grandes. Nesse campo, uma das unidades de distância utilizada é o ano-luz.

Um ano-luz é a distância que luz percorre em um ano. Considerando que a luz se desloca a uma velocidade de 300 mil quilômetros por segundo, que um ano tem 365 dias, que cada dia tem 24 horas e que cada hora tem 3600 segundos, concorda-se que o espaço percorrido pela luz em um ano é de aproximadamente 9,5 trilhões de quilômetros.

Para ter uma ideia das distâncias no espaço, analise algumas distâncias astronômicas aproximadas. Entre a Terra e o Sol a distância é de 150 milhões de quilômetros, corresponde a 8 minutos e 18 segundos-luz. Isso significa que a luz proveniente do Sol leva 8 minutos e 18 segundos para chegar até a Terra. A distância entre a Terra e a Lua é de aproximadamente 384 mil quilômetros, que corresponde a 1,25 segundo-luz. Depois do Sol, a estrela mais próxima da Terra é a estrela Alfa Centauri (a estrela mais brilhante da Constelação de Centauro), que está a mais de 4 anos-luz de distância. Assim, se por um motivo qualquer ela deixasse de emitir luz agora, só teríamos conhecimento desse fato daqui a mais de 4 anos.

Outra unidade de distância bastante utilizada no campo astronômico é a Unidade Astronômica (U.A.). Ela corresponde à distância média entre a Terra e o Sol, valendo aproximadamente 150 milhões de quilômetros (149.597.870 km). Ela é utilizada basicamente para descrever as distâncias dentro do sistema solar.

Ainda, para distâncias muito maiores é comum usar o parsec. 1 parsec (pc) é uma unidade de distância que equivale a 3,26 anos-luz ou 206.265 U.A. Para defini-lo é necessário imaginar que fosse possível viajar pelo espaço e estar tão longe de casa que mal conseguiria ver o Sol. A Terra não seria visível, mas sua distância até o Sol, que é igual a 1 U.A., seria então observada sob um ângulo de visão de apenas um segundo de arco. A distância a que estaríamos para ver 1 unidade astronômica com um tamanho angular de 1 segundo de arco é definida como 1 parsec.

⁴Sugerimos que concomitantemente a utilização deste texto sejam trabalhados os seguintes conceitos físicos: referencial; trajetória; deslocamento; espaço percorrido; velocidade escalar; velocidade da luz; ondas mecânicas; ondas eletromagnéticas e fenômeno ondulatórios.

*A origem do Universo*⁵

A teoria do Big Bang foi formulada no início do século XX. Esta é a teoria científica que defende o surgimento do Universo a partir de um estado extremamente quente e muito denso há aproximadamente 13,7 bilhões de anos. Estado este que continha toda a matéria e energia comprimida em um único ponto. Ela baseia-se em diversas observações que indicam que o Universo está em expansão. Em um sentido mais específico, o termo Big Bang se refere à a fase densa e quente pela qual o Universo passou. Essa fase marcante de início da expansão é comparada a uma grande explosão.

Quando se fala em Big Bang, algumas indagações surgem: teria mesmo ocorrido o Big Bang? Que evidências existem atualmente para que o Big Bang seja aceito como a teoria que explica a origem do Universo? A procura de uma explicação para a origem do Universo sempre instigou os pesquisadores. Nesse sentido, várias teorias foram formuladas com o objetivo de esclarecer tal dúvida. Uma dessas, proposta por Hoyle, afirma que o Universo sempre havia sido como é agora. A teoria que utiliza o Big Bang como o originário do Universo foi proposta por um físico russo chamado George Gamow. Ele baseou toda sua teoria a partir de dois pontos: o primeiro é o movimento de recessão das galáxias, que reflete a expansão desencadeada pelo Big Bang; no segundo, ele considera que com a expansão do Universo até seu volume atual, uma grande parte da energia inicial havia se convertido em matéria. No entanto, uma outra parte ainda permaneceria sob forma de energia que continua a se propagar no Universo.

Roberto Dias da Costa, em artigo publicado no livro *Astronomia: uma visão geral do Universo*, relata um fenômeno percebido ao acaso por pesquisadores:

Em 1965, dois pesquisadores da empresa Bell Telephone, Arno Penzias e Robert Wilson, que procuravam minimizar ao máximo as fontes de interferência em uma antena de rádio, descobriram que, uma vez descontadas todas as fontes de ruído, permanecia um “chiado”, ou seja, um ruído de fundo no receptor. Este ruído era independente da direção no céu para a qual a antena (em forma de corneta) estava apontada, bem como do dia ou da noite, das estações do ano ou de qualquer outro feito externo, tornando-se evidente sua origem extraterrestre. Além disto, o sinal tinha a frequência bem-definida de 4080MHz, o que corresponde a uma temperatura equivalente de cerca de 3 K. (Costa, 2003, p. 238)

⁵Sugerimos que concomitantemente a utilização deste texto sejam trabalhados os seguintes conceitos físicos: energia; termometria e as ideias gerais de Física Quântica e Física das Partículas.

Ao considerar esse ruído de fundo como sendo a radiação da grande explosão inicial, o modelo-padrão do Big Bang torna-se atualmente o mais aceito entre a comunidade científica para a origem do Universo.

Tal modelo-padrão descreve a evolução do Universo há cerca de 13,7 bilhões de anos, quando o Universo iniciou sua expansão. Ele considera que, no início, tudo o que havia era fótons de energia e que em torno de um milionésimo de segundo após a explosão começaram a se formar as partículas elementares pesadas. Com um décimo de segundo, o Universo já estava suficientemente frio para que fossem formadas as partículas leves. Em um momento seguinte, a expansão do Universo e a consequente diminuição de temperatura proporcionaram às partículas elementares as condições para que elas se combinassem e formassem os elementos químicos de menor massa atômica.

Após, aproximadamente, dois mil anos, a quantidade de matéria passou a ser muito maior que a quantidade de energia no Universo. No momento em que a densidade de energia baixou o suficiente, as duas, energia e matéria, passaram a transitar independentes uma da outra. Nessa fase, chamada de Desacoplamento, o Universo tornou-se transparente e já havia transcorrido 300 mil anos do Big Bang. Um bilhão de anos após o início da expansão teria se iniciado a formação das galáxias e das grandes estruturas. Por esse modelo-padrão, após 9,5 bilhões de anos da grande explosão iniciou-se a formação do Sol. Em relação à nossa época, o Big Bang ocorreu há aproximadamente 13,7 bilhões de anos.

*As Galáxias*⁶

Conforme vimos, o Universo é formado por galáxias. Estima-se que existam cerca de 100 bilhões delas. O Universo nada mais é que um imponente conjunto de bilhões de galáxias, cada uma com bilhões de estrelas. Nós, seres humanos, vivemos em um pequeno planeta, que integra o Sistema Solar, localizado na Via Láctea, que é uma dessas galáxias. O Sol e as estrelas que estão mais próximas encontram-se a aproximadamente 30 mil anos-luz do centro da Via Láctea, que possui um diâmetro aproximado de 100 mil anos-luz.

⁶Sugerimos que concomitantemente a utilização deste texto sejam trabalhados os seguintes conceitos físicos: movimento circular; força centrípeta; aceleração centrípeta; centro de massa e as leis de Newton.

As estrelas que compõem a Via Láctea estão distribuídas em forma de um disco achatado que possui movimento de rotação em torno do seu centro. O Sol e as estrelas próximas completam uma volta ao redor desse centro em aproximadamente 250 milhões de anos. Consegue-se observar a Via Láctea ao olhar para o céu em noites sem nuvens e longe de lugares muito iluminados. Percebem-se vários pontos brilhantes do céu mais concentrados numa faixa esbranquiçada, formando uma espécie de arco. Essa faixa é uma parte da Via Láctea.

A Via Láctea é uma das galáxias que formam um aglomerado denominado Grupo Local. O Grupo Local contém aproximadamente cinquenta galáxias, dentre as quais encontram-se, além da Via Láctea, a galáxia de Andrômeda (a uma distância de 2 milhões de anos-luz da Terra) e as duas Nuvens de Magalhães (a uma distância aproximada de 200 mil anos-luz da Terra). A Via Láctea e Andrômeda têm aproximadamente o mesmo tamanho e são as duas únicas galáxias grandes do Grupo Local.

As galáxias apresentam-se sob várias formas. Existem galáxias que se apresentam sob forma espiral, como é o caso da Via Láctea, outras possuem forma elíptica e há ainda algumas que não apresentam forma definida, como é o caso da Grande Nuvem de Magalhães.

Formação e evolução estelar⁷

Formação das estrelas

Estrelas são corpos celestes que possuem luz própria, característica essa que as diferencia dos planetas. Elas não são eternas como parecem ser: nascem, vivem e morrem.

Em todas as galáxias, as estrelas nascem de nuvens de gás, nas quais existe uma grande quantidade de gases em que predomina o hidrogênio e o hélio. Nelas também se encontra uma maior ou menor quantidade de materiais que foram lançados ao espaço pela explosão de estrelas de gerações anteriores, que já alcançaram a fase final da vida estelar. A essas nuvens de gás e poeira cósmica dá-se o nome de *Nebulosa*. A Grande Nebulosa de

⁷Sugerimos que concomitantemente a utilização deste texto sejam trabalhados os seguintes conceitos físicos: energia potencial; escalas termométricas; densidade; energia térmica; traças de calor; fases da matéria; mudanças de fase gás perfeito; transformações gasosas; corpo luminoso e iluminado.

Órion e a Cabeça do Cavalo, ambas na constelação de Órion, são exemplos visíveis de nebulosas.

As nebulosas compreendem um espaço com dimensões de várias centenas de anos-luz e com massa que pode ultrapassar mil vezes a massa do Sol. No entanto, as densidades são muito baixas e as partículas constituintes são átomos e moléculas. O processo de formação das estrelas acontece em regiões da nebulosa que são mais densas e frias, onde o gás começa a se contrair progressivamente devido à própria gravidade.

Pouco a pouco, a nuvem começa a se condensar em redor de um centro. Nessa fase, a temperatura no interior da nuvem é baixa, cerca de apenas 30 K. O resultado dessa contração é a transformação de energia gravitacional em energia térmica, originando o aquecimento do centro da nuvem que futuramente será a estrela.

Com o passar do tempo (muitos milhares de anos), a parte central torna-se extraordinariamente luminosa, mas a protoestrela⁸ não pode ser vista na parte exterior devido à absorção da luz pelo envoltório de gás e poeira em que ela está imersa. No entanto, ao absorver a luz, a poeira aquece e emite radiação infravermelha e é dessa maneira que as estrelas em formação são detectadas. A uma temperatura de cerca de dez milhões de Kelvin, inicia-se a fusão nuclear do hidrogênio que, durante bilhões de anos, dará origem à energia radiada, isto é, será o combustível da estrela. Nasce então uma estrela.

Na maioria das vezes, a nuvem origina mais de uma estrela. Quando se formam *estrelas duplas* (sistemas de duas componentes) ou *sistemas múltiplos* (mais de duas estrelas), elas ficam a orbitar um espaço em torno de um ponto comum denominado centro de massa. Ainda existem casos em que a nebulosa forma apenas uma estrela, que poderá ser acompanhada por um sistema planetário orbitando em torno dela. O Sistema Solar é um desses casos. Nebulosas muito grandes e massivas podem dar origem a um aglomerado estelar, contendo dezenas de estrelas ou mais.

Classificação das estrelas: cores e classes espectrais

As estrelas não se apresentam da mesma cor. A cor de uma estrela depende de sua temperatura superficial; como as estrelas têm diferentes temperaturas superficiais, elas têm

⁸ Termo utilizado para designar uma estrela em formação

diferentes cores. Algumas, como a estrela *Espiga*, da constelação de Virgem, apresentam uma cor branco-azulada. Outras, como a estrela *Prócion*, na constelação do Cão Menor, apresentam-se com a cor branco-amarelado. O nosso Sol é uma estrela que possui cor amarela. Assim, é comum classificar as estrelas em 7 grupos principais ou classes principais: O, B, A, F, G, K e M. Cada uma dessas classes está associada a uma temperatura típica da superfície da estrela, e portanto a uma cor de estrela. As estrelas O são as mais quentes e as M são as mais frias. A estrela azulada *Espiga* é uma estrela de classe B, com temperatura superficial em torno de 15000 K; *Prócion*, mais esbranquiçada, tem temperatura superficial de aproximadamente 7500 K, pertence à classe F; já o Sol, que sabemos ser amarelado, temperatura superficial de 5800 K, e é uma estrela de classe G.

A partir da sua formação a estrela queima o seu combustível mais abundante – o hidrogênio. Este tempo corresponde ao período de vida calma da estrela. A duração da vida de uma estrela depende de quanta massa ela possuía inicialmente. Essa massa inicial também determina o modo como ela morrerá.

Como citado anteriormente, a fusão do hidrogênio acontece quando a temperatura no núcleo da estrela atinge cerca de dois milhões de Kelvin. Inicia então a fase mais longa da vida das estrelas, quando elas estão transformando hidrogênio em hélio no núcleo. Essa fase da sua vida é chamada **sequência principal** e dura 10 bilhões de anos para estrelas como o Sol. Ao final desse tempo, elas terão transformado 10% de seu hidrogênio em hélio e não terão mais “combustíveis” para fundir. A cessão de produção de energia fará o núcleo colapsar, esquentando até a temperatura chegar próxima aos duzentos milhões de Kelvin, iniciando então a fusão do hélio em carbono e deste em oxigênio. Quando termina o estoque de hélio no núcleo, estrelas como o Sol começam a morrer; estrelas mais massivas ainda conseguem tirar energia adicional da fusão do carbono e do oxigênio em elementos mais pesados. Mesmo assim, as estrelas mais massivas duram menos do que as menos massivas. Quanto maior for a massa de uma estrela, mais depressa consumirá seu combustível e menor será seu tempo de vida.

Anãs brancas, estrelas de nêutrons e buracos negros

Conforme referido anteriormente, as estrelas depois de passarem pelo seu ciclo de vida estável começam a morrer. Porém, as estrelas não morrem da mesma maneira. No momento em que acaba o combustível, a estrela não consegue mais suportar o peso das camadas que estão próximas ao centro. Isso faz com que elas acabem desabando sobre o centro, ocasionando um aumento na temperatura e, conseqüentemente, nova produção de energia. Esse aumento na produção de energia é capaz de empurrar para fora as camadas externas das estrelas. Assim, ela incha e fica com uma temperatura menor na superfície. Esse estágio da vida das estrelas recebe o nome de **gigante vermelha**. Se a estrela possuir uma massa próxima à massa solar, ela começa a tremer até expulsar, de uma única vez, toda sua camada externa, transformando-se em uma **nebulosa planetária**. A parte interna da estrela, que ocupa o centro da nebulosa planetária, futuramente se transformará em uma **anã branca**. **Anã branca** é uma estrela muito pequena, com alta temperatura e tão densa que uma colherinha de chá do material que a constitui pesaria uma tonelada! O futuro das anãs brancas é ir se esfriando até deixar de brilhar, quando elas se chamarão **anãs negras**.

As estrelas que possuem massa maior do que 10 vezes a massa do Sol podem ter morte diferente. Ao término da combustão do hidrogênio e do hélio, a grande quantidade de matéria que circunda o centro da estrela sofre uma queda muito violenta contra o núcleo. A estrela, muitas, vezes acaba explodindo e formando uma **supernova**: a parte externa é expulsa violentamente para o espaço enquanto o núcleo fica pequeno e muito denso. Esse núcleo, que gira rapidamente e produz ondas de rádio e de luz, é chamado de **estrela de nêutrons**. Pelo seu movimento de rotação, o brilho da estrela aumenta e diminui. Essa fonte de luz intermitente é conhecida com o nome de **pulsar**.

Se a estrela possuir massa muito maior que a massa solar, aproximadamente 30 vezes mais, as partes externas caem sobre o núcleo de forma violentíssima. A atração é tão forte que nada consegue escapar, nem mesmo a luz. Logo, este novo corpo celeste é totalmente escuro e é chamado de **buraco negro**. Se um buraco negro se formar próximo a uma estrela, ele vai acabar engolindo pedaços dessa estrela. Ao cair em direção ao buraco negro, esses pedaços se aquecem muito e formam um disco, produzindo então raios-X. Os buracos negros não podem ser vistos diretamente, pois não emitem luz. Então a sua existência é percebida através da captação dos raios-X emitidos pela matéria que cai em sua direção.

Quando a estrela for muito pequena, com massa cerca de dez vezes menor que a massa do Sol, algumas podem se tornar anãs brancas, mas as bem pequenas jamais se aquecem o suficiente para que se transformem em emissoras de luz. Podem alcançar o tamanho de planetas, mas não são estrelas. Não chegam a nascer e por isso não morrem nunca.

Constelações⁹

Desde a antiguidade, as observações do céu e das estrelas despertaram a curiosidade e o interesse do homem. Os povos antigos da Mesopotâmia, China, Egito, Grécia, entre outros, perceberam que ao conhecer as configurações formadas pelas estrelas seria fácil a localização da Lua, dos planetas e de outros objetos celestes.

Também constataram que em virtude da repetição das posições de certas configurações em relação ao horizonte, seria possível determinar o início ou o término das estações do ano. Como exemplo, pode-se citar o agrupamento de estrelas denominado *Escorpião*, que é típica do hemisfério sul e vista em junho (inverno neste hemisfério) durante toda noite. Já o agrupamento de estrelas que forma a constelação de *Órion* é visível por toda noite em dezembro, o que o caracteriza como um agrupamento estelar de verão em tal hemisfério. Essas repetições proporcionavam uma melhor orientação nas viagens terrestres e marítimas.

Em noites escuras, pode-se ver cerca de 1.500 estrelas no firmamento. Cada uma dessas estrelas faz parte de um agrupamento aparente de estrelas denominado *constelação*. Esse agrupamento é denominado aparente porque as estrelas que dele fazem parte não estão realmente próximas umas das outras, apenas parecem estar próximas porque estão na mesma região da esfera celeste¹⁰. A distância entre as estrelas de uma mesma constelação estão compreendidas entre 4 e 2.000 anos-luz aproximadamente. Porém, a iluminação noturna, a poluição atmosférica e o luar influenciam muito na visibilidade das estrelas menos brilhantes e, em geral, dos objetos celestes de fraca luminosidade.

⁹Sugerimos que concomitantemente a utilização deste texto sejam trabalhados os conceitos fundamentais da óptica.

¹⁰ Uma esfera fictícia de raio indefinido, cujo centro radial é o olho do observador, em cuja superfície vemos projetados todos os astros visíveis. Nela os pontos das posições aparentes dos astros independem de suas distâncias reais.

Cada povo da Antiguidade, bem como outros povos que viveram mais recentemente, uniram as estrelas com linhas imaginárias e associavam às constelações figuras de heróis de suas lendas, animais e objetos de uso cotidiano (por exemplo: Hercules, Perseu, Leão, Touro, Seta, Balança, entre outros). Naturalmente, se tal ordenamento do firmamento fosse estabelecido em nossos dias, é provável que ao ligar imaginariamente as estrelas surgiriam desenhos no céu de computadores, celulares, carros de corrida ou até mesmo maravilhosas naves espaciais.

Como referido anteriormente, uma das constelações mais facilmente visíveis no hemisfério sul é a de *Órion*. Para identificá-la, deve-se localizar três estrelas de mesmo brilho e alinhadas uma próxima à outra. Elas são chamadas de Três Marias e formam o cinturão de *Órion*. A referida constelação possui a forma de uma quadrilátero com este trio de estrelas (cujos nomes são Mintaka, Alanilan e Alnitaka) contido no centro. O vértice nordeste do quadrilátero é formado pela estrela azulada Rigel, que representa o pé de Órion, enquanto um de seus ombros é representado pela estrela vermelha brilhante Betelguese, que se encontra a uma posição mais abaixo. Assim, para as pessoas situadas no hemisfério sul, essa constelação aparece “de cabeça para baixo”.

Muitas constelações que receberam nomes dados por gregos clássicos ainda possuem a mesma denominação, outras receberam denominação a partir do momento em que foram inseridas nos mapas celestes. Atualmente, a *União Astronômica Internacional*¹¹ dividiu a esfera celeste em 88 regiões perfeitamente demarcadas, sendo cada uma dessas uma constelação de modo que cada estrela do céu faz parte de uma constelação.

Entre as 88 constelações, 48 foram descritas pelo astrônomo grego Cláudio Ptolomeu, em cerca de 15 dC. As 40 restantes foram introduzidas entre os séculos XVII e XIX por Johann Bayer, Johnnes Hevelius e Nicolas Louis de Lacaille. Essas últimas foram mapeadas devido, em grande parte, ao melhor conhecimento do hemisfério sul, ou austral, em função das grandes navegações. Das constelações “modernas”, sem dúvida alguma, a mais conhecida é a constelação de Crux, ou seja, o Cruzeiro do Sul, que é utilizada para indicar a direção sul.

O quadro 1 apresenta a lista alfabética das constelações em Latim e Português:

Constelações			
Latim	Português	Latim	Português

¹¹ Entidade que congrega os astrônomos profissionais de todo mundo.

Andromeda	Andrômeda	Lacerta	Lagarto
Antlia	Bomba de Ar	Leo	Leão
Apus	Ave do Paraíso	Leo Minor	Leão Menor
Aquarius	Aquário	Lepus	Lebre
Áquila	Águia	Libra	Libra (Balança)
Ara	Altar	Lupus	Lobo
Áries	Áries (Carneiro)	Lynx	Lince
Auriga	Cocheiro	Lyra	Lira
Boötes	Pastor	Mensa	Montanha da Mesa
Caelun	Buril de Escultor	Microscopium	Microscópio
Camelopardalis	Girafa	Monoceros	Unicórnio
Câncer	Câncer (Carangueijo)	Musca	Mosca
Canes Venatici	Cães de Caça	Normai	Régua
Canis Major	Cão Maior	Octans	Octante
Canis Minor	Cão Menor	Ophiuchus	Ofiúco (Caçador de Serpentes)
Capricornus	Capricórnio (Cabra)	Orion	Órion (Caçador)
Carina	Quilha (do Navio)	Pavo	Pavão
Cassiopeia	Cassiopeia	Pegasus	Pégaso (Cavalo Avado)
Centaurus	Centouro	Perseus	Perseu
Cepheus	Ceféu	Phoenix	Fênix
Cetus	Baleia	Pictor	Cavalete do Pintor
Chamaeleon	Camaleão	Pisces	Peixes
Circinus	Compasso	Piscis Austrinus	Peixe Austral
Columba	Pomba	Puppis	Popa (do Navio)
Coma Berenices	Cabeleira	Pyxis	Bússola
Corona Austrina	Coroa Austral	Reticulum	Retículo
Corona Borealis	Coroa Boreal	Sagitta	Flecha
Corvus	Corvo	Sagittarius	Sagitário
Crater	Taça	Scorpius	Escorpião
Crux	Cruzeiro do Sul	Sculptor	Escultor
Cygnus	Cisne	Scutum	Escudo

Delphinus	Delfin	Serpens	Serpente
Dorado	Dourado (Peixe)	Sextans	Sextante
Draco	Dragão	Taurus	Touro
Equuleus	Cabeça de Cavalo	Telescopium	Telescópio
Eridanus	Erídano	Triangulun	Triângulo
Fornax	Forno	Triangulun Australes	Triângulo Austral
Gemini	Gêmeos	Tucana	Tucano
Grus	Grou	Ursa Major	Ursa Maior
Hercules	Hércules	Ursa Minor	Ursa menor
Horologium	Relógio	Vela	Vela (do Navio)
Hydra	Cobra Fêmea	Virgo	Virgem
Hydrus	Cobra Macho	Volans	Peixe Voador
Indus	Índio	Vulpecula	Raposa.

Quadro 1: Redação das 88 constelações, em Latim e Português

As constelações na esfera celeste podem ser agrupadas segundo sua posição relativa às principais referências. São elas o Equador Celeste, que é o círculo máximo que determinado pela intersecção da esfera celeste com o plano perpendicular ao eixo terrestre, e os hemisférios celestes Norte e Sul e a Eclíptica. Desse modo, têm-se as constelações Equatoriais, Boreais, Austrais e Zodiacais.

São denominadas constelações austrais as que fazem parte do hemisfério sul celeste, como por exemplo, o Cruzeiro do Sul. As boreais são aquelas que fazem parte do hemisfério norte. A constelação do Cisne é uma delas. As constelações equatoriais se encontram em uma faixa ao longo do equador celeste e possui, entre outras, a constelação de Órion.

As constelações zodiacais são as que se situam na faixa do céu que se estende 8° acima e abaixo da eclíptica, a linha que representa a trajetória anual aparente do Sol e por onde se movimentam também a Lua e os planetas.

A localização de um objeto celeste ou de uma constelação é dada pela altura em graus que ele se encontra a partir do horizonte, podendo variar de zero grau até 90°, e também pelo Azimute que corresponde a distância angular ao longo do horizonte, à partir da direção Norte, medido no sentido Leste, podendo variar entre zero e 360 graus.

*Sol: a estrela do Sistema Solar*¹²

O Sol, uma gigantesca esfera de gás incandescente, em cujo núcleo ocorre a geração de energia através de reações termo-nucleares, é a estrela mais próxima de nós, situada a uma distância média de 149.600.000 km da Terra. Nossa fonte de energia, luz e vida possui brilho muito intenso, que chega a ser aproximadamente 200 bilhões de vezes maior que o brilho da estrela Sirius (a estrela mais brilhante no céu noturno), além de um intenso campo gravitacional ao seu redor. Campo gravitacional este, causado por sua grande massa (na ordem de aproximadamente 330.000 massas terrestres), que o faz ser o astro central do Sistema Solar.

Embora pareça tão grande, brilhante e massivo (a massa do Sol corresponde a cerca de 99,9% da massa do Sistema Solar), o Sol na verdade é uma estrela bastante comum. Seu raio é da ordem de 695.500 km (aproximadamente 109 vezes maior que o da Terra), sua densidade média é de 1409 kg/m^3 subindo para 160.000 kg/m^3 na parte central e possui uma temperatura de 15.000.000 K no seu centro.

Constituição do Sol

De forma simplificada, pode-se considerar que a matéria que constitui o Sol encontra-se na fase gasosa. Porém, como esses gases estão submetidos a altíssimas temperaturas, principalmente no interior do Sol, evidenciam-se algumas propriedades peculiares, caracterizando a fase da matéria denominada plasma. A partir da análise espectroscópica da luz proveniente do Sol, constatou-se que ele, como as demais estrelas, é constituído principalmente por hidrogênio (cerca de 75%) e hélio (aproximadamente 23%).

Devido às diferentes condições físicas existentes no Sol, é comum dividi-lo em seis regiões: o **Núcleo**; a **Zona Convectiva**; a **Zona Radiativa**; a **Fotosfera**; a **Cromosfera**; e a **Coroa**.

¹²Sugerimos que concomitantemente a utilização deste texto sejam trabalhados os seguintes conceitos físicos: conceitos fundamentais de óptica; forças de campo e de contato; termometria; fases da matéria; mudanças de fases; transmissão de calor; noções de Física Quântica; movimento circular e corrente elétrica induzida.

O **Núcleo** é a região mais interna do Sol, com diâmetro na ordem de 1.100.000 km, e onde se encontra a grande parte da massa solar. Nessa região, a temperatura é de cerca de 15 milhões de Kelvin. Graças à grande temperatura e à enorme pressão aí existente, é nele que ocorre a produção de energia por reações termo-nucleares que transformam hidrogênio em hélio.

A **Zona Convectiva** é a responsável pelo transporte de energia gerada no núcleo até a superfície do Sol. Nessa região, que possui cerca de 15% do raio solar, o transporte de energia é dado pelas correntes de convecção¹³ que se formam nas porções de gás. Logo abaixo dessa região encontra-se a **Zona Radiativa**, onde a energia flui por radiação (fótons¹⁴), isto é, sem que ocorra deslocamento de matéria.

A **Fotosfera** é a “superfície” do Sol, a camada visível, que possui uma espessura de cerca de 330 km e temperatura próxima de 5.800 K. Sua aparência é da superfície de um líquido em ebulição, cheio de grânulos (bolhas). Essas bolhas, nada mais são que os topos das colunas convectivas formadas na **Zona Convectiva**. É através dessas colunas que o gás quente das camadas interiores sobe e libera energia térmica nas camadas superiores. A tal fenômeno dá-se o nome de **granulação fotosférica**. Outro fenômeno que ocorre na **Fotosfera** e pode ser visto até mesmo a olho nu é o das **manchas solares**, caracterizado por regiões irregulares que aparecem mais escuras do que a **Fotosfera** que está ao seu redor. As manchas, que possuem dimensões aproximadas entre 1.500 a 150.000 km, apresentam-se mais escuras devido ao fato de possuírem uma temperatura menor e, por isso, menos luminosa. Elas são constituídas de duas regiões: a **umbra**, parte central mais escura, com temperatura em torno de 3.800 K, e a **penumbra**, parte um pouco mais clara circundando a umbra e com temperaturas intermediárias entre as da **umbra** e das demais regiões da **Fotosfera**.

Devido à existência das manchas solares foi possível determinar o período de rotação do Sol. Isso se deve ao fato do movimento das manchas solares, mais rápido no equador do que nos pólos, mostrando que o Sol gira mais rápido no equador (período em torno de 25 dias) do que nos pólos (período em torno de 32 dias). Essa rotação “diferencial” não é tão estranha, considerando que o Sol é um corpo fluido, não rígido.

A **Cromosfera** é a região de coloração tipicamente avermelhada e localizada acima da **Fotosfera**, camada que só pode ser visualizada durante eclipses solares ou com instrumentos

¹³ Movimentação das diferentes partes do gás que ocorre devido à diferença de densidade que surge em virtude de seu aquecimento. A porção de gás mais quente, das regiões interiores, tem densidade menor e por isso sobe. Enquanto, as porções de gás das partes mais externas que estão com uma temperatura menor, e mais densas, descem.

¹⁴ Quantidade de energia bem definida.

apropriados, possui temperatura que cresce da base para o topo, onde chega a cerca de 40.000K, e espessura entre 6.000 a 15.000 km, aproximadamente. O aquecimento da **Cromosfera** se deve a outra fonte de energia que não são os fótons produzidos no núcleo. Isso é explicado pelo fato de sua temperatura ser maior que a da **Fotosfera**. Se a transmissão da energia fosse dada por fótons observar-se-ia o contrário. Hoje em dia, acredita-se que a fonte de energia, responsável pelo aquecimento da **Cromosfera**, são os campos magnéticos¹⁵ variáveis formados na **Fotosfera** e transportados para a **Coroa** por correntes elétricas. Nessa região, a **Cromosfera**, ocorre o fenômeno das **Espículas**, que são jatos ou colunas de matéria atingindo cerca de 8.000 km de altura e que duram entre 5 e 15 minutos.

A **Coroa** é a camada mais externa e mais rarefeita da atmosfera solar. Assim como na **Cromosfera**, a **Coroa** só pode ser observada durante eclipses totais do Sol e sua temperatura é da ordem de 1 milhão de Kelvin. Acredita-se que essa temperatura deve ter origem no mesmo processo físico que aquece a **Cromosfera**: transporte de energia por correntes elétricas¹⁶ induzidas por campos magnéticos variáveis.

Na **Coroa** surge o **vento solar**, que é um fluxo contínuo de partículas emitidas da **Coroa** e fazem com que haja perda de massa por parte do Sol. Esse vento atinge a Terra e é capturado pelo campo magnético terrestre formando o cinturão de Van Allen na magnetosfera terrestre. Como esse cinturão faz com que as partículas carregadas do vento solar entrem na atmosfera terrestre apenas pelos polos, forma-se um fenômeno luminoso denominado **aurora**. Outro fenômeno que ocorre na atmosfera do Sol (**Cromosfera e Coroa**) é a **proeminência**. Ele nada mais é do que colunas de gases mais frios que a região circundante e que parecem se afastar ou se aproximar da **Cromosfera** com grande velocidade. Quando elas atingem a Terra causam danos às redes elétricas e a satélites artificiais.

A atividade do Sol não é constante. Ela se repete em uma periodicidade da ordem de 11 anos. Quando ele alcança um ponto máximo, momento em que os fenômenos solares são mais frequentes, ocorrem grandes explosões na **Cromosfera e Coroa** com gigantescas liberações de energia. Essa época é dita época de “Sol ativo”. No momento em que a

¹⁵ Região do espaço onde se manifesta o magnetismo, através das chamadas ações magnéticas. Essas ações verificam-se à distância e apenas algumas substâncias são influenciadas pelo campo magnético.

¹⁶ Fluxo ordenado de partículas portadoras de carga elétrica. Sabe-se que, microscopicamente, as cargas livres estão em movimento aleatório devido à agitação térmica. Apesar desse movimento desordenado, ao estabelecermos um campo elétrico na região das cargas, verifica-se um movimento ordenado que se apresenta superposto ao primeiro. Esse movimento recebe o nome de movimento de deriva das cargas livres.

atividade é mínima, o Sol é denominado “Sol Calmo”. Atualmente, o Sol está em período em que não apresenta mancha nenhuma, ou seja, em um período de calmaria.

Estima-se que daqui a cerca de 1,1 bilhão de anos o Sol aumentará seu brilho em cerca de 10%, ocasionado uma elevação da temperatura aqui da Terra. Isso acarretará em um aumento de vapor d’água na atmosfera. Ao se passar mais 2,5 bilhões de anos, o brilho solar será em torno de 40% a mais que atual, fazendo com que toda a água dos oceanos evapore tornando o efeito estufa exacerbado. Ao se tornar uma Gigante Vermelha, o Sol perderá parte de sua massa fazendo com que a Terra se afaste passando a orbitar próximo à órbita de Marte.

*O Sistema Solar*¹⁷

O Sistema Solar é o conjunto composto pelo Sol, pelos oito planetas com suas luas e anéis, além dos planetas anões, asteróides e cometas. Nesse conjunto que está localizado a aproximadamente 30.000 anos-luz do centro da Via Láctea, o Sol é o corpo dominante. Ele possui 99,9% da massa do sistema. Os planetas que orbitam ao redor do Sol estão, aproximadamente, no mesmo plano e giram no mesmo sentido. Além disso, quase todos apresentam um movimento em torno do seu próprio eixo no mesmo sentido da translação em torno do Sol.

Os movimentos de translação dos planetas em torno do Sol se efetuam de acordo com as três leis estabelecidas por Johannes Kepler¹⁸:

- i) Lei das Órbitas, que estabelece que os planetas giram ao redor do Sol, em órbitas elípticas¹⁹, sendo que o Sol ocupa um dos focos da mesma;
- ii) Lei das Áreas, que relaciona a velocidade do planeta com a sua proximidade com o Sol. Quando o planeta está próximo da nossa estrela sua velocidade é maior do que quando se encontra mais distante, assim, o segmento que une um planeta ao Sol descreve áreas iguais em tempos iguais; e,

¹⁷Sugerimos que concomitantemente a utilização deste texto sejam trabalhados os seguintes conceitos físicos: Lei da Gravitação Universal de Newton; Leis de Kepler; força de atrito; aceleração gravitacional; conservação do momentum angular; fases da matéria; movimento circular; termometria; efeito estufa; velocidade angular e campo magnético.

¹⁸ Astrônomo alemão (1571-1630)

¹⁹ As elipses são curvas geométricas fechadas que obedecem à seguinte propriedade: se P é um ponto qualquer da elipse e F e F' são seus focos, então se tem que $PF + PF' = \text{constante}$.

iii) Lei Harmônica, que afirma existir uma relação constante entre o cubo da distância média de um planeta ao Sol e o quadrado do seu período de translação. Com isso, a terceira lei de Kepler tem uma importância fundamental para se calcular a distância média ou o período orbital dos planetas. Verifica-se que essas três leis também regem o movimento de todos os corpos celestes que fazem parte do Sistema Solar.

O fato de os planetas estarem no mesmo plano, girarem ao redor do Sol na mesma direção e, também, girarem em torno de si mesmos, levou os astrônomos a crer na hipótese do Sistema Solar ter se formado de uma mesma grande nuvem de partículas em rotação, a *nebulosa*²⁰ solar. Essa hipótese propõe que uma nuvem de gás interestelar colapsou. À medida que ela colapsava, a rotação da nuvem aumentava por conservação do momentum angular²¹, isso fez com que a massa de gás rotante assumisse uma forma discoidal, tendo o Sol como a grande concentração central. Logo após o colapso da nuvem, ela começou a esfriar e somente a protoestrela²² central manteve sua temperatura. Esse resfriamento ocasionou a condensação da parte do material interestelar restante da nuvem, dando origem aos planetesimais. Com o passar do tempo, os planetesimais cresceram por acumulação de matéria na sua superfície e originaram os núcleos planetários. Nas partes mais externas e frias do Sistema Solar, onde o material condensado da nebulosa continha silicatos²³ e gelo, esses núcleos cresceram muito. Isso lhes possibilitou atrair grande quantidade de gás ao seu redor (hidrogênio e hélio) existente na nebulosa solar, originando assim os *planetas jovianos*. Nas partes mais internas e quentes, existiam apenas silicatos, assim os núcleos planetários não puderam crescer muito e originaram os *planetas terrestres*.

São quatro os planetas terrestres: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. Eles possuem massa e tamanho pequenos, porém sua densidade é alta (aproximadamente 5 g/cm^3) em virtude da presença de materiais pesados como rochas, silicatos, óxidos, níquel e ferro na sua composição química. A temperatura, nesses planetas, é relativamente alta devido a sua proximidade com o Sol.

Todos os planetas terrestres têm atmosfera gasosa. Atmosfera esta que foi se formando ao longo do tempo geológico, ou seja, esses planetas se formaram sem atmosferas extensas. Ela se formou a partir dos gases que escapavam do interior do planeta e dos impactos dele

²⁰ Nuvens de gás e poeira cósmica.

²¹ Grandeza física que tem relação com a distribuição da massa de um corpo ao redor de um eixo de rotação e sua velocidade angular.

²² Termo utilizado para designar uma estrela em formação.

²³ Materiais constituintes das rochas.

com cometas, o que ocasionava liberação de componentes para atmosfera. Suas superfícies são, atualmente, bem definidas, porém sofreram alterações após a sua formação, determinando o rejuvenescimento da crosta. Os agentes causadores do rejuvenescimento são: atividade geológica²⁴, erosão²⁵ e crateramento²⁶, o qual permite estimar a idade do planeta, pois o número de crateras de impacto é proporcional ao tempo decorrido desde que a superfície foi exposta. Assim, um planeta com muitas crateras é bastante antigo.

As estruturas internas dos planetas terrestres são divididas da seguinte forma: Crosta, a superfície do planeta; logo abaixo dessa, encontra-se o Manto, basicamente formado por rochas; mais internamente encontra-se uma região que contém ferro líquido, denominada Núcleo Exterior e na parte central está o Núcleo Interior que contém ferro e níquel sólido.

Os planetas jovianos também são chamados de gigantes devido ao seu grande tamanho e grande quantidade de massa. Porém, como possuem constituição química formada de elementos leves como hidrogênio, hélio, água, CO₂, metano e amônia, sua densidade é baixa (aproximadamente 1 g/cm^3). Por estarem localizados distantes do Sol, tais planetas possuem temperatura baixa. Essa grande distância também permite que haja muitos satélites orbitando ao seu redor.

Saturno, Júpiter, Urano e Netuno formam o grupo de planetas jovianos. Neles a atmosfera é totalmente diferente daquela encontrada em planetas terrestres. Ela é plenamente dominada pelos gases mais leves e comuns (hélio e hidrogênio), que foram retidos na época de formação do Sistema Solar. Não existe, nesses planetas, nenhuma superfície sólida e sua estrutura interna divide-se em: hélio e hidrogênio molecular gasoso, na parte superficial; hidrogênio molecular líquido, logo abaixo; hidrogênio líquido atômico, um pouco mais profundo; hidrogênio metálico na camada logo acima do núcleo e, bem no centro, um núcleo de ferro e silicato líquido.

²⁴ Compreende vulcanismo e atividade tectônica e depende da quantidade de calor interno do planeta.

²⁵ Resultado da ação da atmosfera ou hidrosfera.

²⁶ Crateras aparecem em todos os planetas terrestres e em quase todos os satélites do Sistema Solar. Elas podem ter origem vulcânica ou de impacto.

Principais características dos planetas do Sistema Solar

Mercúrio

Mercúrio é o planeta mais próximo do Sol e também aquele que gira mais rápido em torno dessa estrela. Isso fez com que os romanos o chamassem de Mercúrio, nome do mensageiro dos deuses.

Apresenta uma enorme discrepância entre a temperatura diurna e a noturna. Atinge a marca de 430°C, aproximadamente, durante o dia e chega em torno -180°C à noite, fenômeno que ocorre devido à falta de atmosfera, pois a energia térmica que chega do Sol durante o dia não perdura durante à noite. Mercúrio é considerado o planeta dos extremos; é o menor de todos e o que tem a superfície mais antiga. Sua composição química é parecida com a da Terra. O núcleo ocupa cerca de 75% do raio do planeta e suas camadas externas são compostas principalmente por rochas silicadas. O quadro 2 apresenta outros dados de Mercúrio.

Satélites Naturais	Nenhum
Distância média do Sol	57,8 milhões de quilômetros
Período de rotação	58,6 dias terrestres
Período orbital	87,9 dias terrestres
Diâmetro equatorial	4.879 quilômetros
Massa	Aproximadamente 5% da massa da Terra
Gravidade	$2,78 \text{ m/s}^2$
Temperatura média na superfície	179°C

Quadro 2 - Algumas características do planeta Mercúrio.

Vênus

O planeta Vênus é o corpo celeste mais brilhante no céu noturno terrestre, com exceção do Sol e da Lua. Sua massa é cerca de 82% da massa da Terra e possui uma

temperatura bastante elevada, cerca de 470°C. Essa alta temperatura, que faz o planeta ser mais quente que Mercúrio, se deve à grande concentração de dióxido de carbono na atmosfera. Esse gás é responsável por reter o calor e ocasionar o fenômeno denominado efeito estufa²⁷, além de proporcionar uma pressão atmosférica na superfície do planeta cerca 92 vezes maior que a da Terra, ao nível do mar.

Vênus leva 225 dias terrestres para dar uma volta completa ao redor do Sol. O seu dia corresponde a 243 dias terrestres e gira no sentido contrário à dos demais planetas do Sistema Solar. Sendo o planeta mais próximo da Terra (cerca de 40 milhões de quilômetros), é conhecido como “planeta irmão” e apresenta tamanho, massa e densidade similares às da Terra. Entretanto, outras características – ausência de oceanos, estrutura e composição atmosférica, temperatura, por exemplo – diferenciam-no bastante da Terra.

A superfície de Vênus é relativamente jovem, estima-se que tenha sido completamente refeita de 300 a 500 milhões de anos atrás. Sua topografia constitui-se de vastas planícies cobertas por fluxos de lavas e de regiões montanhosas. Na superfície encontra-se um grande número de crateras de impacto, além de um número ainda maior de vulcões. O quadro 3 apresenta outros dados de Vênus.

Satélites Naturais	Nenhum
Distância média do Sol	108,2 milhões de quilômetros
Diâmetro equatorial	12.103 quilômetros
Massa	Aproximadamente 82% da massa da Terra
Gravidade	8,87 m/s^2
Temperatura média na superfície	482°C

Quadro 3 - Algumas características do planeta Vênus.

Terra

O nosso planeta é o único onde, comprovadamente até o momento, existe vida. É o terceiro planeta na ordem de distância do Sol, está localizado a aproximadamente 150 milhões

²⁷ Um processo que ocorre quando uma parte da radiação solar refletida pela superfície do planeta é absorvida por determinados gases presentes na atmosfera.

de quilômetros dessa estrela. Move-se no sistema a uma velocidade de 108.000 km/h . Fazendo com que leve pouco mais que 365 dias para girar em torno do Sol (365,256 dias) e aproximadamente 24 horas para efetuar uma rotação completa (23,9345 horas). Cerca de 70% da superfície é coberta por água, na forma de oceanos, rios e lagos. O núcleo da Terra é composto de níquel derretido girando rapidamente, isso provoca um extenso campo magnético, que juntamente com a atmosfera, nos protege de praticamente toda radiação nociva proveniente do Sol e de outras estrelas. A atmosfera terrestre consiste em uma camada gasosa constituinte principalmente de nitrogênio e oxigênio. Essa camada, além de nos proteger das radiações estelares, também nos protege dos choques com meteoros e evita o resfriamento mais intenso da superfície à noite. O quadro 4 apresenta outros dados da Terra.

Satélites Naturais	Lua
Distância média do Sol	149,6 milhões de quilômetros
Diâmetro equatorial	12.756 quilômetros
Massa	$5,982 \times 10^{24}$ quilogramas
Gravidade	$9,81\text{ m/s}^2$
Temperatura média na superfície	15°C

Quadro 4 - Algumas características do planeta Terra.

Marte

Marte também é conhecido como planeta vermelho, graças à coloração avermelhada de suas rochas e solo, é o quarto planeta a partir do Sol e recebeu esse nome dos romanos em honra ao seu deus da guerra. Quanto à temperatura, Marte apresenta uma variação entre 20°C e -140°C . Sua superfície é cheia de crateras vulcânicas, o que leva a crer que lá houve diversos vulcões em atividade. A atmosfera marciana é muito diferente da existente aqui na Terra. Além de ser extremamente rarefeita, ela é composta principalmente por dióxido de carbono, apresentando também traços de nitrogênio, argônio, oxigênio, água e neônio. O quadro 5 apresenta outros dados de Marte.

Satélites Naturais	Fobo e Deimos
Distância média do Sol	227,8 milhões de quilômetros
Período de rotação	24 horas, 37 minutos e 23 segundos terrestres
Período orbital	1 ano e 321,73 dias terrestres
Diâmetro equatorial	6.794 quilômetros
Massa	$6,421 \times 10^{24}$ quilogramas
Gravidade	$3,72 \text{ m/s}^2$
Temperatura média na superfície	-63°C

Quadro 5 - Algumas características do planeta Marte.

Júpiter

Maior planeta em volume e também em massa, Júpiter é o quinto planeta partir do Sol. Seu volume é aproximadamente 1.000 vezes maior que a Terra e contém 61 satélites conhecidos.

Algo que sempre intrigou os astrônomos foi a grande mancha vermelha desse planeta. As imagens captadas pelas sondas espaciais que passaram muito próximas à Júpiter esclareceram que se tratava de uma espécie de tempestade ou furacão circular na atmosfera. Essa atmosfera é composta principalmente de hidrogênio e hélio, com pequenas quantidades de metano, amônio, vapor d'água e outros componentes, atingindo grandes profundidades. A estrutura interna do planeta encontra-se aproximadamente assim organizada: no centro há um núcleo sólido composto de gelo; na sequência, por causa da baixíssima temperatura, encontram-se camadas de hidrogênio metálico, assim como hidrogênio e hélio líquido, o que impossibilita pousos no planeta.

Júpiter também tem um sistema de anéis. Ao contrário dos complexos anéis de Saturno, esse sistema compreende apenas um anel com estrutura quase uniforme. Sua composição possui partículas de poeira muito pequenas – algo do tamanho de partículas de fumaça de cigarros. A origem do anel é devida ao bombardeamento de micrometeoros vindos das minúsculas luas que orbitam dentro do anel. O quadro 6 apresenta outros dados de Júpiter.

Satélites Naturais	61
Distância média do Sol	778,3 milhões de quilômetros
Período de rotação	9 horas, 50 minutos e 33 segundos terrestres
Período orbital	11,86 anos terrestres
Diâmetro equatorial	142.984 quilômetros
Massa	$1,900 \times 10^{27}$ quilogramas
Gravidade	$22,88 \text{ m/s}^2$
Temperatura média na superfície	-121°C

Quadro 6 - Algumas características do planeta Júpiter.

Saturno

Saturno, o sétimo planeta do Sistema Solar, possui achatamento nos polos, devido á sua grande velocidade de rotação, e se destaca pelos anéis que estão próximos à sua superfície. O sistema de anéis de Saturno faz do planeta um dos mais belos corpos do nosso sistema. Embora existam milhares de anéis, sete é o número de grandes anéis em torno do planeta e são compostos basicamente por partículas de gelo e poeira. Estima-se que os anéis possam ter sido formados de luas maiores que foram despedaçadas por colisões de cometas e meteoróides.

Satélites Naturais	33
Distância média do Sol	1.429.400.000 milhões de quilômetros
Período de rotação	10 horas, 13 minutos e 59 segundos terrestres
Período orbital	29,5 anos terrestres
Diâmetro equatorial	120.536 quilômetros
Massa	$5,688 \times 10^{26}$ quilogramas
Gravidade	$9,09 \text{ m/s}^2$
Temperatura média na superfície	-125°C

Quadro 7 - Algumas características do planeta Saturno.

A atmosfera saturniana é, principalmente, composta de hidrogênio com pequenas quantidades de hélio e metano. Sua estrutura e composição são muito semelhantes às de

Júpiter: núcleo sólido, hidrogênio metálico, hidrogênio e hélio líquido. Ainda como Júpiter, Saturno possui várias luas orbitando ao seu redor; são 33 confirmadas até o momento. Curiosamente, apesar de ser um planeta gigante, sua densidade é menor do que a da água. Assim, se colocássemos Saturno em um imenso recipiente com água, ele boiaria. É o planeta com menor densidade do Sistema Solar. O quadro 7 apresenta outros dados de Saturno.

Urano

Com baixíssima temperatura média, Urano é um planeta diferente dos demais pelo fato de ser inclinado para o lado. Acredita-se que sua posição se deve a uma colisão com um corpo do tamanho de um planeta no início da formação do Sistema Solar. Em seu centro está localizado um núcleo rochoso envolvido por gelo. A atmosfera é composta de hidrogênio, hélio, além do gás metano. A absorção luz solar nas camadas superiores faz com que esse planeta se apresente com uma coloração azul-esverdeada, talvez por isso tenha recebido o nome de divindade que personifica os céus. Assim como Júpiter, Saturno e Netuno, Urano possui um sistema de anéis e um grande número de satélites orbitando ao seu redor. O quadro 8 apresenta outros dados de Urano.

Satélites Naturais	27
Distância média do Sol	2.870.990.000 milhões de quilômetros
Período de rotação	- 17,9 horas (no Equador) terrestres
Período orbital	84,01 anos terrestres
Diâmetro equatorial	51.118quilômetros
Massa	$8,686 \times 10^{25}$ quilogramas
Gravidade	$7,77 \text{ m/s}^2$
Temperatura média na superfície	-193°C

Quadro 8 - Algumas características do planeta Urano.

Netuno

Por estar a uma grande distância da Terra (cerca de 4,3 bilhões de quilômetros) e possuir um tamanho não muito grande (cerca de 60 vezes o da Terra), Netuno não pode ser

visto do nosso planeta a olho nu. Ele é o planeta mais externo dos gigantes de gás. De cor verde-azulada, tem composição parecida à de Urano. Seus primeiros dois terços são compostos de uma mistura de pedra fundida, água, amônia líquida e metano. O terço externo é uma mistura de gases aquecidos, incluindo hidrogênio, hélio, água e metano. Este último confere a Netuno sua cor nuvem azulada.

Em Netuno existem várias grandes manchas escuras, que correspondem a gigantescos sistemas de temperatura. A maior delas é conhecida como “Grande Mancha Escura” que possui um tamanho aproximado ao da Terra e é semelhante à “Grande Mancha Vermelha” de Júpiter. Apesar de distante do Sol, tem uma temperatura média equivalente à verificada em Urano, pois consegue emitir mais energia que recebe.

O planeta tem um conjunto de quatro anéis estreitos e muito lânguidos, além de 13 satélites naturais orbitando ao seu redor. O quadro 9 apresenta outros dados de Netuno.

Satélites Naturais	13
Distância média do Sol	4.504.300.000 milhões de quilômetros
Período de rotação	16,11 horas terrestres
Período orbital	164,79 anos terrestres
Diâmetro equatorial	49.528 quilômetros
Massa	$1,024 \times 10^{26}$ quilogramas
Gravidade	$11,00 \text{ m/s}^2$
Temperatura média na superfície	-193°C

Quadro 9 - Algumas características do planeta Netuno.

Plutão que por sete décadas ficou conhecido como sendo o nono planeta, e o mais distante em órbita do Sol, passou a ser classificado como um “planeta-anão”. De acordo com a definição da comunidade astronômica mundial, para que um corpo celeste seja considerado um planeta, este deve conseguir “limpar” as vizinhanças de sua órbita. No caso de Plutão, o fator principal que mais contribui ao seu “rebaixamento” foi que é evidenciado a existência de diversos objetos de tamanhos comparáveis ao dele na região do Sistema Solar que ele ocupa, o chamado Cinturão de Kuiper. Assim, Plutão juntamente com Ceres (localizado na região entre Marte e Júpiter), UB313 (Éris, localizado no Cinturão de Kuiper), Haumea (localizado um pouco mais de 43 vezes a distância da Terra ao Sol, no Cinturão de

Kuiper) e Makemake (também localizado no Cinturão de Kuiper, é o terceiro maior) formam o conjunto de planetas anões do Sistema Solar.

Encontram-se ainda no Sistema Solar os Asteróides ou Planetóides. São objetos rochosos e metálicos que giram ao redor do Sol. Devido ao seu pequeno tamanho não podem ser considerados planetas, geralmente apresentam um diâmetro com cerca de 1.000 quilômetros. Poucos atingem tamanho maior da ordem de 200 quilômetros. São encontrados entre as órbitas do planeta Terra e de Saturno. Alguns deles têm órbitas que atravessam o caminho da Terra e atingiram o nosso planeta no passado. Existe a hipótese de que o impacto de um corpo celeste como um asteróide com a Terra ocasionou o desaparecimento dos dinossauros há 65 milhões de anos. De acordo com essa ideia, a nuvem de pó levantada na atmosfera pelo choque teria encoberto o Sol durante meses, provocando um resfriamento intenso. Esse resfriamento foi o responsável pela morte de um grande número de animais e vegetais, que serviam de alimento aos animais de maior porte. Isso teria provocado sua extinção.

Asteróides que estão em uma trajetória de colisão com a Terra são chamados de meteoróides. Quando um meteoróide penetra na atmosfera terrestre com alta velocidade, o atrito entre ele e os gases que compõem a atmosfera provoca um fenômeno chamado meteoro²⁸, popularmente conhecido como estrela cadente.

Além dos planetas, satélites, planetas-anões e asteróides encontramos no Sistema Solar os cometas. São pequenos corpos celestes, frágeis e irregulares, que giram ao redor do Sol. Eles descrevem órbitas elípticas e por várias vezes muito alongadas. Possuem no núcleo uma mistura de gases e partículas sólidas, onde predomina o gelo. Sua densidade é pequena, o que faz com que não perturbem as órbitas dos planetas ao se aproximarem delas. À medida que um cometa se aproxima do Sol, forma-se uma cauda e uma cabeleira, fenômeno devido à radiação solar que aquece seu núcleo e provoca liberação de gás pelo gelo lá existente.

Em nosso sistema existem vários cometas como o Hale-Bopp, West, Mueller que pôde ser visualizado aqui da Terra em 1993, o Hyakutaki visto em 1996, mas o mais famoso é o cometa periódico Halley que cruza a órbita da Terra a cada 76 anos. Sua última aparição foi em 1986 e poderá ser visto novamente em 2062.

Os astrônomos descobriram que os cometas estão em um local chamado nuvem de Oort, localizado além de Plutão. Essa nuvem, assim como os planetas, gira em torno do Sol.

²⁸ São todos os corpos celestes que entram na atmosfera da Terra em altíssima velocidade e são aquecidos pelo atrito com as moléculas do ar tornando-se incandescentes.

Os cometas que estão nela eventualmente são atraídos para o interior do Sistema Solar. Se ingressarem e forem atraídos por Júpiter ou Saturno eles transformam-se em cometas periódicos. Porém, se essa atração não ocorrer cruzarão o Sistema Solar uma única vez.

*O Planeta Terra*²⁹

Origem e evolução

Acredita-se que o planeta Terra, o terceiro planeta do sistema Solar por ordem de distância do Sol, tenha se originado no mesmo período de formação do Sol e dos demais planetas do nosso Sistema. A hipótese de que um grande colapso, ocorrido há cerca de 5 bilhões de anos, com a condensação do gás e da poeira interestelar existente na nebulosa solar, tenha dado origem a todos os corpos do Sistema Solar, é a explicação aceita atualmente para a origem da Terra.

A partir desse colapso, inicialmente, toda a matéria que formava a Terra se encontrava na fase gasosa e com gigantesca temperatura. À medida que o tempo foi passando e o calor sendo irradiado sob forma de luz para o espaço, a temperatura caiu e a Terra foi se resfriando. Quando a temperatura atingiu um determinado ponto, ocorreu a solidificação dos primeiros materiais, formando a primitiva crosta terrestre. Esse período, que perdurou por cerca de 400 milhões de anos, foi denominado de Era primitiva da Terra.

Com o contínuo resfriamento, a crosta terrestre foi se tornando cada vez mais espessa e ocasionou o surgimento de água líquida devido à condensação do vapor d'água existente na atmosfera primitiva. Essa água depositou-se na superfície e formou os mares e os oceanos do nosso planeta. Esse período, que teria durado aproximadamente 4 bilhões de anos, foi denominado de Pré-Cambriano e conteve o surgimento das primeiras formas de vida. Com o fim do período Pré-Cambriano iniciou-se o Paleozóico, com duração de aproximadamente 350 milhões de anos e apresentou uma vida bastante evoluída e sob várias formas de, por exemplo, plantas e anfíbios. O período seguinte caracterizou-se pelo surgimento dos grandes

²⁹Sugerimos que concomitantemente a utilização deste texto sejam trabalhados os seguintes conceitos físicos: referencial; posição; termometria; fases da matéria; movimentos relativos e velocidade escalr.

mamíferos e das primeiras aves, teve duração de aproximadamente 170 milhões de anos e foi chamado de Mesozóico. Atualmente estamos vivendo em um período da história da Terra que iniciou cerca de 2,5 milhões de anos atrás, chamado de Cenozóico. Nesse período, houve o surgimento dos primeiros homínídeos. Ainda, por volta de 100 mil anos atrás, surgiu a espécie humana da qual fazemos parte.

Forma e tamanho da Terra

Por muito tempo, imaginou-se que a Terra tinha a forma de um disco plano circundado por um único e imenso oceano. Algumas evidências, como a observação de barcos que ao se afastarem da costa desapareciam inicialmente os cascos e somente mais tarde suas velas; ou, a observação de estrelas não visíveis em alguns lugares e visíveis em outros; levou essa ideia a ser abandonada aos poucos. Essas evidências deixavam claro que a Terra não era plana, mas não revelavam qual era exatamente sua forma. Por volta do século V a.C., a escola matemática de Pitágoras já defendia que a Terra possuía a forma de esfera. Eles tomavam como base para suas afirmações o fato de a Terra sempre projetar na Lua uma sombra circular durante os eclipses lunares. Partindo disso, em meados do século III a.C., o geógrafo e astrônomo grego Eratóstenes apresentou pela primeira vez as medidas da Terra.

A forma da Terra não é uma esfera perfeita. Ela possui um pequeno achatamento nos polos em virtude de que seu diâmetro equatorial é maior que seu diâmetro polar. Isto faz com que a Terra tenha a forma de um geóide³⁰. Porém, considerando que a diferença entre os diâmetros (43 quilômetros) é muito pequena em relação ao tamanho dos mesmos (da ordem de 12.756,28 quilômetros), pode-se considerar o formato do globo terrestre como uma esfera. Para se ter uma ideia de escala, esse achatamento é tão pequeno que não pode ser representado em um desenho em uma folha de caderno, por exemplo. A diferença entre os dois diâmetros ficaria menor do que a espessura do lápis ou caneta usado para fazer o desenho.

Nosso planeta possui uma superfície total igual a $5,101 \times 10^8$ km², desta aproximadamente 71% é coberta por água. Para indicar a posição de qualquer ponto na superfície terrestre, utiliza-se um sistema de coordenadas denominado Coordenadas

³⁰ Em grego geo, significa “Terra” E óide, “forma”.

Geográficas. Esse sistema é constituído de círculos imaginários traçados no globo terrestre considerado perfeitamente esférico. Um dos círculos sobre o qual se marca a longitude é o Equador, plano que intercepta a Terra perpendicularmente ao seu eixo de rotação, dividindo a Terra em dois hemisférios. Todos os círculos menores, traçados sobre a Terra, paralelos ao Equador, são denominados Paralelos. O sistema ainda contém círculos traçados sobre a Terra de forma perpendicular ao Equador e que passam pelos polos e são chamados de Meridianos, sendo considerado o Meridiano de Greenwich o de referência do sistema.

Assim, a longitude de um lugar é o ângulo entre o meridiano de Greenwich e o desse lugar. Ela é medida de 0° a 180° , para leste ou para oeste de Greenwich. Por convenção, são atribuídos sinais para as longitudes, positivo para oeste e negativo para leste. A latitude, ângulo formado entre o Equador e o ponto onde se encontra o lugar considerado, também é medido em graus. Porém, vai de zero a noventa, para norte e para sul do Equador. Por exemplo, a cidade de Passo Fundo – RS possui uma latitude de $28^{\circ}14'41''$ Sul e uma longitude de $52^{\circ}19'41''$ Oeste.

Constituição da Terra

A estrutura de nosso planeta pode ser dividida em quatro grandes regiões: a Atmosfera, a Crosta, o Manto e o Núcleo.

A Atmosfera é uma camada esférica gasosa que envolve a superfície terrestre, composta por vários gases com predomínio do nitrogênio (77%) e do oxigênio (21%). Ela também pode ser dividida em algumas partes principais: a Troposfera, camada situada entre 2 e 18 quilômetros de altura, onde se encontra a grande parte das nuvens formadas pela condensação do vapor d'água; a Estratosfera, camada acima da Troposfera, onde se encontra a camada de ozônio, gás responsável pela absorção de grande parte da radiação ultravioleta proveniente do Sol; e a ionosfera, região mais alta da atmosfera, onde ocorrem os meteoros e as auroras.

A Crosta terrestre é a parte sólida da Terra, tem uma espessura de aproximadamente 40 quilômetros e é constituída por rochas e minerais. Existem três tipos de rochas na Crosta do nosso planeta: as ígneas, formadas a partir de materiais fundidos – o granito e o basalto são exemplos; as sedimentares que se formaram de fragmentos de outras rochas; e as

metamórficas que se formaram de rochas ígneas e sedimentares, pela ação do calor e da pressão existente abaixo da superfície.

Logo abaixo da Crosta encontra-se uma região denominada Manto. Estima-se que ela possua uma espessura de 3.000 quilômetros, sendo constituída de materiais como: o magnésio, o silício, o níquel e o ferro submetidos a fortíssimas pressões e gigantescas temperaturas. Esses materiais, que são lançados para a superfície terrestre através das atividades vulcânicas, estão em constante movimento convectivo, proporcionando, assim, movimentos das placas tectônicas. Esse movimento das placas tectônicas pode gerar abalos sísmicos como terremotos e maremotos.

Na parte central e mais interna do globo terrestre é encontrada uma região sólida e muito densa, o Núcleo. Ele possui um raio de aproximadamente 1.200 quilômetros e é constituído basicamente de ferro e níquel. Ao redor do Núcleo existe um Núcleo Externo com cerca de 2.000 quilômetros de espessura onde o ferro e o níquel estão na fase líquida.

Movimentos da Terra

Perdurou por muito tempo a concepção de que Terra esférica estava imóvel e ocupando um lugar privilegiado do espaço, o seu centro. Os astros considerados esféricos, imaculados e inalterados, moviam-se em órbitas circulares em torno da Terra. De acordo com essa teoria, denominada Geocentrismo e proposta por Aristóteles (384 – 322 a.C), a Terra estava rodeada, sucessivamente, por esferas que suportavam a Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno. E, muito acima desses, estava a esfera das estrelas fixas, que realizavam uma volta completa ao redor da Terra a cada dia. O Universo era considerado imutável, eterno e perfeito, no qual as leis dos homens não eram aplicáveis. Esse domínio do Universo se encontrava para além da esfera sublunar que, por sua vez, era considerada uma região em que podiam ocorrer modificações de acordo com as mesmas leis da Terra e que continha as estrelas cadentes, cometas, nuvens de chuvas e ventos.

O primeiro a sugerir que a Terra não estava estática no Universo, possuindo assim movimentos e translação e que o Sol estava no centro do Universo, foi Aristarco de Samos (310 – 230 a.C). Porém, tal ideia foi considerada um grande exagero para o seu tempo. Assim,

o modelo heliocêntrico de Aristarco não teve aceitação na comunidade científica da época. Cláudio Ptolomeu (85 -160 d.C) recolocou a Terra Fixa no espaço, propondo um novo modelo geocêntrico, no qual ao redor da Terra giravam a Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno de acordo com as distâncias que se encontravam do nosso planeta. Seu modelo era muito complexo e necessitava de um grande esforço matemático para conciliar os resultados teóricos com as observações dos movimentos dos astros.

Somente com os trabalhos de Nicolau Copérnico (1473 – 1543); Johannes Kepler (1571 – 1630) e Galileu Galilei (1564 – 1642) é que o modelo heliocêntrico passa a ganhar força e se tornar responsável pela explicação dos movimentos dos planetas ao redor do Sol. Segundo esse modelo, a Terra não passa de mais um dos corpos celestes que gira ao redor do Sol.

Atualmente, sabe-se que a Terra sofre forças gravitacionais do Sol e de todos os demais corpos celestes que compõem o Sistema Solar. Graças a essas forças e às condições de origem do nosso planeta, ele está submetido a vários movimentos. Cientificamente falando, a Terra possui um único movimento, que pode, dependendo de suas causas e do sistema de referência adotado, ser dividido em componentes: Movimento de rotação em torno do seu eixo; Movimento de translação em torno do Sol; Movimentos de Precessão e Nutação; entre outros.

Movimento de rotação da Terra

Rotação é o movimento através do qual a Terra gira em torno de seu eixo imaginário que passa pelos pólos norte e sul geográfico. Esse movimento, efetuado no sentido ocidente-orientado, leva 23 horas, 56 minutos e 4 segundos para completar um ciclo com relação a uma estrela fixa. Para esse período de tempo deu-se o nome de Dia Sideral. Ele é pouco menor que um dia Solar (24 horas), que corresponde ao tempo de rotação da Terra com relação ao Sol.

Ao considerar o movimento de rotação terrestre, fica fácil a compreensão da ocorrência das sucessões dos dias e das noites, já que, a cada momento, a posição da superfície terrestre exposta aos raios solares se modifica.

Movimento de translação da Terra

Enquanto o movimento de rotação da Terra nos faz ter a impressão de que os astros giram à nossa volta, de leste para oeste, sabe-se também que as configurações do céu observável se modificam com o decorrer dos dias, semanas e meses. Esse fato ocorre devido ao movimento de translação da Terra, no qual nosso planeta gira com uma órbita elíptica ao redor do Sol. Ao longo desse movimento, a distância que nos separa do Sol sofre uma variação, além de mudar também sua velocidade de translação. No momento em que a Terra está no periélio, menor distância entre ela e o Sol (aproximadamente 147 milhões de quilômetros), sua velocidade translacional é de cerca de 30,1 quilômetros por segundo. Já quando passa pelo afélio, ponto da órbita terrestre de maior distância do Sol (aproximadamente 152 milhões de quilômetros), a velocidade translacional cai para 29,2 quilômetros por segundo.

A Terra descreve sua órbita, completando uma volta em torno do Sol, em pouco mais de 365 dias, na verdade 365 dias e 6 horas, unidade de tempo que denominamos ano. Isso faz com que seja possível a repetição das configurações estelares periodicamente. Com base no movimento de translação, criou-se o calendário que usamos atualmente, em que um ano corresponde a 365 dias, divididos em 12 meses. Como a cada ano restam seis horas, depois de quatro anos elas somam um dia, que é acrescentado ao mês de fevereiro, com o dia 29. Quando isso ocorre, o ano fica com 366 dias e é denominado bissexto.

Outro fenômeno que decorre do movimento de translação da Terra em torno do Sol é o surgimento das estações do ano. Elas podem ser explicadas ao se considerar que o eixo de rotação da Terra possui uma inclinação de aproximadamente $66,5^\circ$ em relação ao plano da órbita terrestre. Um exemplo da não ocorrência simultânea das estações do ano em todo planeta é o mês de janeiro, em que a Terra está mais próxima do Sol: no hemisfério norte é inverno e no hemisfério sul verão. Com o decorrer da translação da Terra, como a direção do eixo de rotação não se altera no espaço, os raios solares atingem a superfície terrestre com inclinações diferentes durante ao ano.

O dia 22 de dezembro marca o início do verão para o hemisfério sul (está ocorrendo o solstício³¹ de verão para este hemisfério), em que os raios provenientes do Sol atingem o

³¹ Momento em que o Sol, durante seu movimento aparente na esfera celeste, atinge a meio declinação em latitude, medida a partir da linha do equador.

Trópico de Capricórnio perpendicularmente. Assim, a energia solar possui maior concentração nessa região, enquanto que para o hemisfério norte os mesmos raios chegam inclinados e sua energia deve ser distribuída para uma grande área. Logo, é o início do inverno neste hemisfério (solstício de inverno). O constante movimento translacional faz com que os raios solares atinjam, a cada dia, pontos terrestres de menor latitude no hemisfério sul até ficarem perpendiculares ao Equador. Isso ocorre em torno do dia 21 de março, quando a energia proveniente do Sol é distribuída igualmente entre os dois hemisférios. Diz-se então, que ocorreu o equinócio de outono para o hemisfério sul e o equinócio³² de primavera para o hemisfério norte, que marcam o início das referidas estações para os respectivos hemisférios.

A partir desse dia, os raios solares começam a atingir perpendicularmente latitudes do hemisfério norte. No dia 21 de junho, aproximadamente, atinge o Trópico de Câncer. Agora, a energia solar está mais concentrada no hemisfério norte, onde ocorre o solstício de verão; enquanto que o hemisfério sul recebe os raios mais inclinados proporcionando o solstício de inverno. Com o passar dos dias, os raios solares perpendiculares à superfície da Terra voltam a se aproximar do Equador. Em torno do dia 23 de setembro, os raios incidem exatamente perpendiculares ao Equador e, então, ocorre o equinócio de primavera para o hemisfério sul e o equinócio de outono para o hemisfério norte. Como o movimento translacional da Terra continua, o ciclo das estações recomeça.

Movimento de Precessão e Nutação da Terra

Ao executar o movimento translacional em torno do Sol, o eixo de rotação terrestre não permanece apontando para uma mesma direção do espaço, isto é, o eixo de rotação da Terra descreve um movimento cônico no espaço, mudando sua posição em relação às estrelas. Esse movimento, que recebe o nome de Precessão, demora cerca de 26 mil anos para completar um ciclo, sendo causado pela ação das forças de atração gravitacional do Sol e da Lua sobre o nosso planeta. O movimento de Precessão faz com que as estrelas polares³³ variem com o tempo.

³² É um dos dois momentos em que o Sol, em sua órbita aparente cruza o plano do equador celeste. Mais precisamente é o ponto onde a eclíptica e o equador celeste se cruzam.

³³ Denominação dada para as estrelas as quais o eixo de rotação aponta.

É importante salientar que o eixo de rotação terrestre não descreve um movimento que coincide com a superfície de um cone de base circular, mas oscila em torno de uma circunferência. Esse movimento que surge graças à interação gravitacional existente entre a Terra e a Lua recebe o nome de Nutação e tem duração aproximada de 19 anos.

Além dos movimentos citados acima, pode-se ainda referir ao movimento dos polos, no qual a Terra oscila ligeiramente em torno do seu eixo e o movimento de rotação Galáctico. Nesse último, a Terra, juntamente com o Sol, os demais corpos do Sistema Solar e outros sistemas, giram em torno do centro da Galáxia, completando uma volta em cada 250 milhões de anos.

*Lua – o nosso satélite*³⁴

A Lua, o corpo mais próximo da Terra, sempre despertou muito o interesse e a curiosidade humana. Desde a antiguidade, as buscas por explicações sobre a sua origem e dados físicos da Lua foram uma obsessão. No decorrer do tempo, surgiram várias teorias para tentar explicar sua origem e evolução. Uma delas afirma que a Lua teria se formado a partir da mesma nuvem de gás que originou os outros astros do Sistema Solar. Para outra, a Lua seria um corpo celeste independente que passava próximo a Terra e foi capturado por ela, tornando-se seu satélite. Ainda, para uma terceira teoria, a Lua seria parte do nosso planeta que se separou deste graças à ação da força centrífuga³⁵ relativa à rotação terrestre.

Acreditou-se que a partir de missões tripuladas enviadas para a Lua, fato que ocorreu pela primeira vez em julho de 1969, uma das referidas teorias seria confirmada. Os materiais lunares recolhidos demonstraram que a Lua tem idade semelhante à da Terra e que sua composição química apresenta alguma semelhança com o nosso planeta. No entanto, verificaram-se também diferenças suficientemente importantes, que originaram uma nova hipótese para sua origem: um corpo celeste do tamanho de Marte chocou-se com a Terra, há aproximadamente 4.500 milhões de anos, lançando para o espaço materiais dos dois corpos

³⁴Sugerimos que concomitantemente a utilização deste texto sejam trabalhados os seguintes conceitos físicos: movimento circular; calorimetria; velocidade escalar e conceitos fundamentais da óptica geométrica.

³⁵É uma força inercial, isto é, que existe apenas para um observador que está em um referencial animado de movimento de rotação em relação a um referencial inercial, ou seja, sem aceleração.

celestes. A Lua seria o resultado da união desses materiais. Atualmente, a última hipótese é a mais aceita na comunidade científica, porém, nenhuma pode ser considerada conclusiva.

As missões americanas Apolo 11, 14 e 15, bem como o envio de sondas soviéticas automáticas da série Lunar, foram responsáveis pela coleta de dados que levaram a conclusões importantes sobre as características físicas da Lua. A superfície lunar contém uma grande quantidade de poeira e é constituída predominantemente por basaltos. Além disso, apresenta um relevo muito irregular onde se destacam os mares, as crateras e as montanhas. As montanhas lunares alcançam alturas entre 4.000 metros e 8.500 metros, aproximadamente, e podem ser encontradas isoladas ou em cadeias. Os mares correspondem às regiões mais escuras observadas na Lua. São, na verdade, regiões planas encontradas em sua superfície. Foi em um desses mares – o chamado mar da Tranquilidade – que em julho de 1969 pousou o módulo Eagle³⁶. As crateras, que constituem o aspecto mais marcante do relevo lunar, aparecem em grande número. A sua existência é atribuída aos efeitos da atividade vulcânica e dos constantes choques que atingem a Lua diretamente por não apresentar atmosfera.

A ausência de uma atmosfera na Lua deve-se ao fato de ela apresentar uma massa relativamente pequena (cerca de 1,2% da massa da Terra) e conseqüentemente uma gravidade também pequena (em torno de $\frac{1}{6}$ da terrestre). Assim, os gases presentes na sua atmosfera primitiva escaparam para o espaço perdendo-se para sempre. Com isso, os raios solares que chegam à sua superfície são refletidos e o calor não se conserva no ambiente lunar. Conseqüentemente, as temperaturas superficiais variam enormemente, podendo atingir 120°C durante o dia lunar e -150°C durante a noite.

As expedições à Lua também proporcionaram a determinação exata da distância entre a Terra e este astro. Essa medida foi obtida por radar e por emissão de laser da seguinte forma: quando os astronautas, da Apolo 11 estiveram na Lua, instalaram um refletor especial de alumínio, de forma quadrada com aproximadamente 50 cm de lado. Daqui da Terra raios laser foram emitidos com o objetivo de atingir tal refletor. Considerando que a velocidade de propagação deste raio é de cerca de 300.000km/s e medindo o tempo de ida e volta dos sinais emitidos, foi possível determinar a distância entre a superfície da Terra e a superfície da Lua. O valor médio dessa distância é de 384.000 km e varia de 356.800 km a 406.400 km. Com a obtenção dessa distância, foi possível também chegar a uma precisão maior do diâmetro equatorial lunar. Este corresponde a $\frac{1}{4}$ do diâmetro equatorial terrestre, fazendo com

³⁶ Módulo lunar integrante da espaçonave da missão Apolo 11. Esta missão também era formada pelo módulo de comando Columbia.

que o nosso satélite seja considerado grande. Geralmente, os satélites naturais possuem diâmetros muito inferiores aos correspondentes planetas.

Movimentos da Lua

Assim como a Terra, a Lua executa vários movimentos, dentre os quais destacam-se o de translação (em volta da Terra) e o de rotação (sobre si própria). Estes movimentos realizam-se no mesmo sentido da maior parte do planetas que orbitam em torno do Sol.

Em seu movimento de translação, a Lua descreve uma órbita elíptica em torno da Terra, de excentricidade³⁷ igual a 0,0549. Assim, a distância entre a Terra e a Lua não é constante. No ponto mais próximo, denominado perigeu, ela corresponde a 363.296 km; enquanto, no ponto mais distante, o apogeu, é de 405.504 km. O plano orbital da Lua não coincide com o plano da órbita da Terra. Entre eles encontra-se um ângulo de aproximadamente 5°, ou seja, a órbita da Lua está inclinada cerca de 5° em relação ao plano da órbita da Terra.

O tempo que a Lua leva para completar um ciclo ao redor da Terra, isto é, dar uma volta completa, é de aproximadamente 27,3 dias. Esse movimento é percebido através das posições aparentes que ela ocupa em relação às estrelas, e foi denominado Período Sideral de translação da Lua ou Mês Sideral. Durante esse mesmo tempo, a Lua também realiza um movimento sobre si própria – a rotação. Por esse motivo, ela se mantém sempre com a mesma face voltada para a Terra. Isso indica que o período de translação é igual ao período de rotação em torno de seu eixo. Assim, ela tem rotação sincronizada com a translação. Ao girar em torno da Terra, a Lua também realiza juntamente com o nosso planeta um movimento ao redor do Sol.

³⁷Parâmetro associado a qualquer curva cônica, que mede o seu desvio em relação a uma circunferência. Para melhor compreensão podemos pensar na seguinte indagação: Quanto uma elipse de raio médio 10cm e excentricidade 0,05 difere em relação a uma circunferência de raio 10cm? A distância máxima entre um ponto da elipse e um dos focos é 10cm (1 + 0,05) e a distância mínima entre um ponto da elipse e o mesmo foco é 10cm (1 - 0,05). Assim, a excentricidade da órbita está relacionada com as distâncias máximas e mínimas entre os dois corpos envolvidos.

Fases da Lua

Os diferentes aspectos que a Lua nos apresenta ao ser iluminada pelos raios solares são denominados fases da Lua. As fases da Lua resultam do fato de ela não ser um corpo luminoso e sim refletor da luz solar. À medida que a Lua orbita ao redor da Terra no decorrer de um mês, ela passa por um ciclo de fases. Esse ciclo completo dura em torno de 29,5 dias e corresponde às diferentes posições ocupadas pela Lua em relação ao Sol e à Terra.

A Lua apresenta quatro fases principais: quando ao se movimentar em torno da Terra, a Lua se posiciona entre a Terra e o Sol, tem-se que os três astros estão aproximadamente em um mesmo plano³⁸ perpendicular à Eclíptica³⁹. Nessa posição, a face do satélite visível aqui da Terra é a não iluminada pelos raios solares, e portanto, a Lua não é visível e assim, diz-se que está ocorrendo a fase de Lua-Nova. A Lua está no céu durante o dia, nascendo e se pondo aproximadamente junto com o Sol.

À medida que continua a realizar seus movimentos, a Lua muda de posição em relação ao Sol e à Terra e a face voltada para a Terra começa a ser iluminada pelos raios solares, tornando-se assim visível. Depois de cerca de sete dias, a Lua se posiciona em um ponto em que a metade da sua superfície iluminada pode ser vista da Terra. É a fase Quarto-Crescente, quando a Lua aparece por volta do meio-dia e some em torno da meia-noite. Nessa fase a Lua tem a forma de um semicírculo com a parte convexa voltada para o oeste. Com o passar dos dias a face iluminada torna-se cada vez maior para um observador na Terra. Passados mais setes dias, aproximadamente, da fase Quarto-Crescente, todo o hemisfério iluminado está voltado para Terra e é 100% visível. É a fase da Lua-Cheia, em que a Lua aparece ao anoitecer e desaparece ao amanhecer.

Após atingir a fase da Lua-Cheia, a face da Lua visível da Terra começa a diminuir. Depois de aproximadamente sete dias da Lua-Cheia, a Lua atinge uma posição em que somente metade do seu hemisfério pode ser visto da superfície terrestre. É a fase Quarto-Minguante. Nessa fase, nosso satélite aparece por volta da meia-noite, desaparece em torno do meio-dia e tem a forma de um semicírculo com a convexidade voltada para o leste.

Aproximadamente 7 dias após o Quarto-Minguante, a Lua está novamente em fase nova e o ciclo se repete. As fases da Lua originam a divisão do tempo em semanas e meses,

³⁸ Não ficam necessariamente no mesmo plano devido aos 5 graus de inclinação do plano orbital da Lua em relação ao plano orbital da Terra.

³⁹ Plano da órbita da Terra ao redor do Sol.

sendo que uma semana corresponde, aproximadamente, ao tempo entre duas fases principais consecutivas e um mês equivale, aproximadamente, ao um ciclo completo de fases.

Eclipses

As posições relativas do Sol, da Terra e da Lua proporcionam outro fenômeno que sempre fascinou o homem: os eclipses. Eles ocorrem quando um astro, em seu movimento pelo espaço, intercepta momentaneamente a visibilidade de outro astro. Assim, no momento em que a Lua entra na sombra da Terra, ocorre um eclipse lunar. Quando a Terra é atingida pela sombra da Lua, tem-se um eclipse solar.

O eclipse total do Sol, aquele em que o Sol desaparece totalmente por alguns instantes, ocorre quando a Lua se posiciona entre a Terra e o Sol e os três astros estão em perfeito alinhamento. Nessa situação, o cone de sombra projetado da Lua atinge uma determinada região da superfície terrestre, denominada umbra. Assim, as pessoas situadas nesta região não recebem a luz do solar. O disco solar encontra-se totalmente coberto pela Lua, sendo possível a observação das camadas mais externas da atmosfera solar. Somente pode ocorrer esse tipo de eclipse durante a fase da Lua-Nova.

Na situação já descrita, em que a Lua está entre o Sol e a Terra, além da umbra tem-se a formação da penumbra, região que recebe luz de alguns pontos da fonte. Nesta, visualiza-se o Sol parcialmente encoberto pelo disco lunar, isto é, está ocorrendo um eclipse parcial do Sol.

Um eclipse lunar ocorre quando a Terra se encontra entre o Sol e a Lua e esses três astros estão em perfeito alinhamento. Assim, a Lua entra no cone da sombra da Terra e deixa de refletir a luz solar, apresentando-se de luminosidade tênue e avermelhada. O eclipse lunar, que pode ser parcial, total ou penumbral, somente ocorre na fase da Lua-Cheia.

O eclipse total da Lua ocorre quando ela fica totalmente imersa na sombra da Terra. Porém, pode ocorrer que uma parte dela passe pela umbra e o restante pela penumbra. Nesse caso, tem-se um eclipse parcial. Quando a Lua passa somente pela penumbra acontece um eclipse penumbral.

Como já foi dito anteriormente, a órbita da Terra em torno do Sol e a órbita da Lua em torno da Terra não estão em um mesmo plano (existe um ângulo de 5° entre eles). Isso faz

com que não ocorram eclipses lunares em cada Lua-Cheia e nem um eclipse solar a cada Lua-Nova. Os eclipses só podem ocorrer se o nosso satélite, além de estar nas fases de Lua-Nova ou de Lua-Cheia, estiver também sobre a linha dos nodos⁴⁰. Caso contrário a sombra da Lua não atingirá a Terra, não permitindo o eclipse solar; os eclipses solares também não serão possíveis, uma vez que a Lua não passará pela região onde se localiza a sombra da Terra.

Marés

O nível dos oceanos se altera durante os dias. Esse fenômeno, que é denominado maré e ocorre em todos os lugares da superfície terrestre, é efeito da variação da atração gravitacional da Lua sobre os diferentes pontos da Terra. Na realidade, o Sol e os outros astros também influenciam o fenômeno, porém a força gravitacional exercida pelo Sol varia muito pouco de um ponto da Terra, pois ele está a uma gigantesca distância de nós. Dessa forma, as marés provocadas pela Lua são predominantes sobre as marés provocadas pelo Sol.

Em um dia, acontecem quatro movimentos das águas marítimas: dois de subida e dois de descida. Os primeiros são chamados de marés altas e os segundo de marés vazantes. Eles ocorrem intercalados, ou seja, sobe, desce, sobe, desce. Cada um desses movimentos ocorre aproximadamente seis horas depois da ocorrência do outro. A diferença máxima alcançada pela maré e a mínima das águas é denominada altura da maré. Essa altura muda com a fase em que a Lua se encontra. Durante as fases de Lua-Cheia ou de Lua-Nova a altura da maré é maior que nas fases Quarto-Minguante ou Quarto-Crescente. Isso ocorre devido ao fato de que na Lua Cheia ou Nova a Terra se encontra alinhada com o Sol e com a Lua. Assim, as ações gravitacionais desses dois astros produzem bojos de maré na mesma direção sobre a Terra, intensificando as marés. Durante as fases Quarto-Crescente e Quarto-Minguante, a posição da Terra forma um ângulo reto com a posição da Lua e do Sol, e as ações gravitacionais desses dois astros tendem a produzir bojos de maré em direções ortogonais, atenuando o efeito total. A altura das marés pode variar também pelo atrito das águas com o fundo dos oceanos.

⁴⁰ Linha de intersecção do plano da órbita da Terra em torno do Sol com o plano da órbita da lua em torno da Terra.

Além de fazer ocorrer marés oceânicas, a atração gravitacional proporcionada pela Lua faz ocorrer marés nas partes sólidas da Terra e também na atmosfera. Elas não são percebidas com facilidade e somente são constatadas com aparelhos sofisticados.

Bibliografia:

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; OLIVEIRA SARAIVA, Maria de Fátima. *Astronomia e Astrofísica*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

FERREIRA, Maximo, ALMEIDA, Guilherme. *Introdução à astronomia e às observações astronômicas*. 7ª ed. Plátano Editora, Lisboa, 2004.

FARIA, Romildo P.: *Fundamentos de Astronomia*. –3ª ed. Campinas-SP: Papirus, 1987.

FRIÇA, Amâncio; Dal Pino, Elizabete; Sodré, Laerte; Pereira, Vera: *Astronomia: uma visão geral do universo*. 2ª ed. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

Apêndice D – Slides que apresentam imagens das formas de galáxias



Figura D.1 – Slide com imagens de galáxias espirais

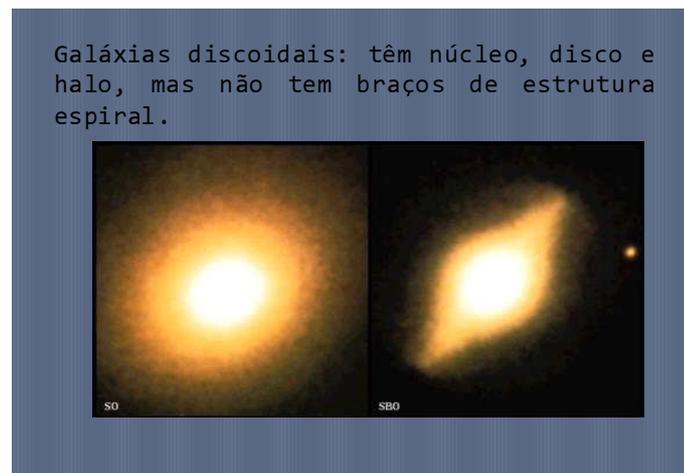


Figura D.2 – Slide com imagens de galáxias lenticulares



Figura D.3 – Slide com fotografia de galáxias elíptica



Figura D.4 – Slide com a imagem da galáxia denominada “A grande Nuvem de Magalhães”



Figura D.5 – Slide com imagem de galáxias irregulares



Figura D.6 – Slide com site de onde se extraiu as imagens

Apêndice E – Slides utilizados no encontro II



Figura E.1 – Slide do título da apresentação

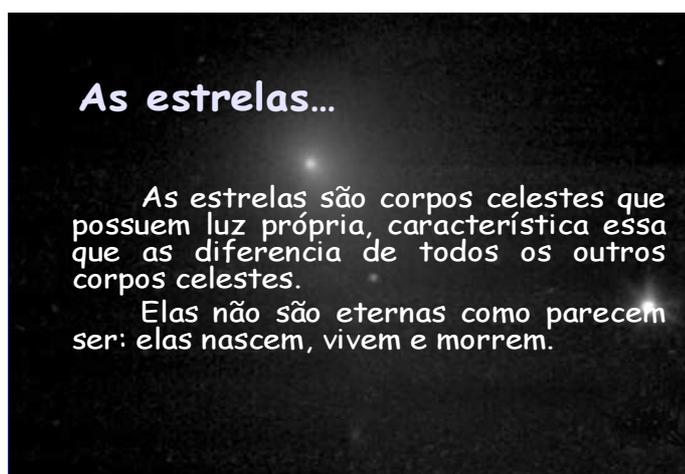


Figura E.2 – Slide com o conceito de estrelas



Figura E.3 – Slide com fotografia de nebulosas

Nebulosas...

As Nebulosas são grandes nuvens de gás e poeira cósmicas, nas quais existe materiais que foram lançados ao espaço pela explosão de estrelas que já chegaram ao fim de sua vida estelar.

Elas compreendem um espaço com dimensões gigantescas! Podem chegar a dimensões de centenas de anos-luz e com massas mil vezes maior do que a massa do Sol.

Figura E.4 – Slide com o conceito de Nebulosa

Nebulosa NGC 281

É uma nebulosa de emissão e região de formação estelar NGC 281. A imagem foi obtida com a *Advanced Camera for Surveys* do Telescópio Espacial Hubble em outubro de 2005. Ela está localizada a 9500 anos-luz de nós, na direção da constelação da Cassiopéia.



<http://astro.if.ufrgs.br/evol/node55.htm>

Figura E.5 – Slide com exemplo de nebulosa

Nascimento de uma estrela

- Ocorre nas regiões mais densas e frias da Nebulosa;
- A nuvem se condensa ao redor de um centro, o que faz com que aconteça a transformação de energia gravitacional em calor;
- Com o passar do tempo (muitos milhares de anos) a parte central torna-se luminosa.
- Ao atingir uma temperatura de cerca de dez milhões de Kelvin iniciam-se a fusão de hidrogênio que, durante bilhões de anos, dará origem à energia radiada.

Nasce então uma estrela.

Figura E.6 – Slide contendo a evolução do nascimento de uma estrela



Figura E.7 – Slide contendo a evolução inicial de uma estrela, desde o colapso até ela atingir a fase de sequência principal

Cores e Classes espectrais..

As estrelas não se apresentam da mesma forma no céu.

Devido as suas temperaturas superficiais as cores apresentadas variam.

Assim, é comum dividir as estrelas em 7 grupos principais.

<http://astro.ifu.ufra.br/ism/ism.htm>

Figura E.8 – Slide com explicações sobre as cores e as classes de uma estrela

Maturidade das estrelas

A partir da sua formação a estrela entra em período de vida calma e equilibrada, chamada de sequência principal, onde a estrela passa a maior parte de sua vida.

Nessa fase ocorre a estrela gera energia pela transformação do hidrogênio em hélio no seu núcleo.

Para estrelas como o Sol essa fase dura 10 bilhões de anos.

Figura E.9 – Slide contendo o comentário sobre a maturidade de uma estrela

Quando o combustível acaba...

Quando o hidrogênio esgota, a pressão interna cede ao peso da estrela. Entretanto começa a combustão do hélio uma vez que é o único elemento que resta no núcleo. Devido ao que aconteceu com a pressão de radiação, a estrela começa a contrair cada vez mais, então a sua temperatura começa a aumentar dramaticamente (Chegando próximo a 200 milhões de kelvins).

Figura E.10 – Slide contendo o comentário sobre o término da combustão do hidrogênio no núcleo de uma estrela

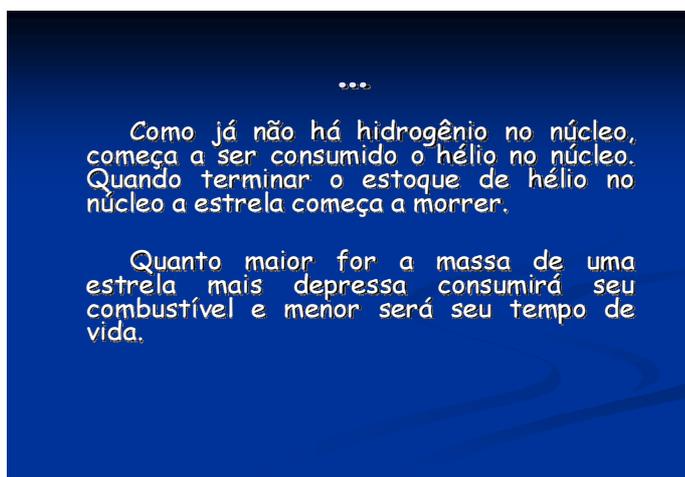


Figura E.11 – Slide contendo o comentário sobre o início da morte de uma estrela



Figura E.12 – Slide contendo o comentário sobre a morte de uma estrela

Morte das estrelas...

Após se ter transformado numa gigante vermelha, uma estrela pode ter vários fins:

- ✓ **Anã branca** - estrelas de massa inferior à 10 vezes a massa do Sol.
- ✓ **Estrelas de neutrons**(depois da **supernova**) - estrelas de massa até 25vezes maior que a do Sol.
- ✓ **Buraco Negro** (depois da **supernova**) - estrelas de massa maior que 30 vezes a do Sol.

Figura E.13 – Slide contendo as três possíveis mortes de uma estrela

Anãs brancas

As anãs brancas resultam de uma grande contração da gigante vermelha que, ao contrair liberta para o espaço as camadas externas. Ficando apenas um tipo de estrela com tamanho aproximado ao da Terra e com uma grande densidade. As anãs brancas vão esfriando ao passar do tempo e perdendo o brilho, quando se chamarão de anãs negras.

Figura E.14 – Slide contendo o conceito do que é uma anã branca

SuperNova

Quando numa estrela de massa muito superior à do Sol, depois da expansão da gigante vermelha, a estrela contrai, aumentando brutalmente a densidade no centro. E, devido à resistência da matéria nuclear, as camadas externas caem violentamente para o interior da estrela.

Ocorre então uma grande explosão que destrói a estrela. O brilho desta explosão pode ser até dez bilhões de vezes mais brilhante que o sol. Desta explosão resultam as supernovas.

Figura E.15 – Slide contendo o comentário sobre Supernova



Figura E.16 – Slide contendo imagens de restos de supernovas e nebulosas planetárias

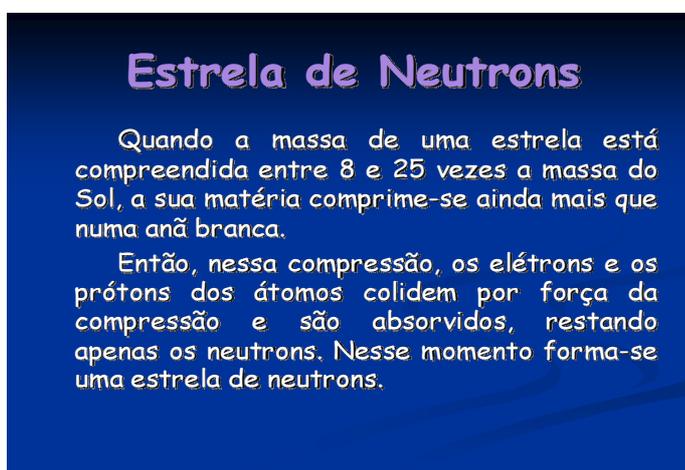


Figura E.17 – Slide contendo comentário sobre a Estrela de Nêutrons

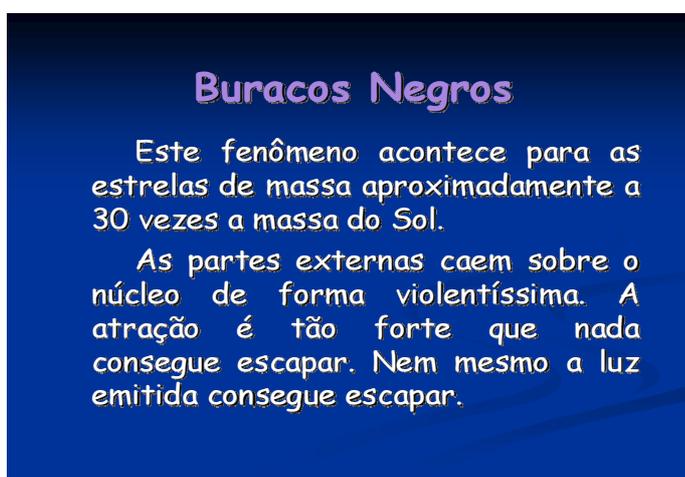


Figura E.18– Slide contendo comentário sobre Buracos Negros



Figura E.19 – Slide contendo um esquema das possíveis mortes de uma estrela

Bibliografia:

- MACIEL, Walter J. *As três mortes das estrelas*. Trabalho publicado em Ciências Hoje das Crianças, número 20, 1991.
- FERREIRA, Maximo, ALMEIDA, Guilherme. *Introdução à astronomia e às observações astronômicas*. 7a ed. Plátano Editora, Lisboa, 2004.
- OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; OLIVEIRA SARAIVA, Maria de Fátima. *Astronomia e Astrofísica*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.
- FRIÇA, Amâncio; Dal Pino, Elizabete; Sodré, Laerte; Pereira, Vera: *Astronomia: uma visão geral do universo*. 2a ed. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

Figura E.20 – Slide contendo a bibliografia utilizada

Apêndice F – Slides sobre o Sol utilizados no encontro IV

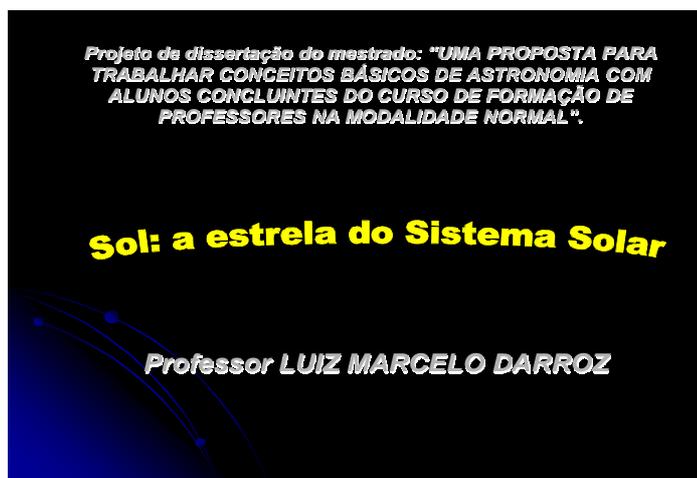


Figura F.1 – Slide do título da apresentação



Figura F.2 – Slide com pequeno comentário sobre o Sol



Figura F.3 – Slide com as características físicas do Sol

Constituição do Sol

O Sol, como as demais estrelas, é constituído principalmente de Hidrogênio e Hélio. Encontra-se na fase gasosa.

Divide-se:

- Núcleo
- Zona convectiva
- Zona Radiativa
- Fotosfera
- Cromosfera
- Coroa.

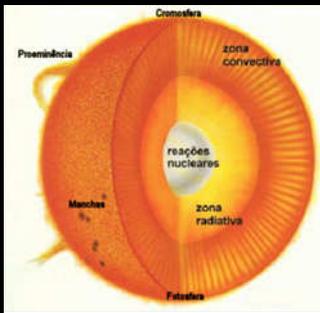


Figura F.4 – Slide com a constituição do Sol

Constituição do Sol

NÚCLEO:

- Região mais interna do Sol
- Diâmetro de 1.100.000 Km;
- Temperatura cerca 15 milhões de Kelvin;
- Local onde há a produção de energia por reações termo-nucleares.

ZONA CONVECTIVA:

- Camada responsável em levar a energia produzida no núcleo até a superfície do Sol (transporte através das correntes de convecção forma nas porções de gases).

ZONA RADIATIVA:

- Camada abaixo da Zona convectiva por onde a energia flui por radiação.

Figura F.5 – Slide com as partes constituintes do Sol

Fotosfera

“Superfície” do Sol, camada visível, que possui uma espessura de 330 Km e temperatura de 5.800K. Possui aparência da superfície de um líquido em ebulição.

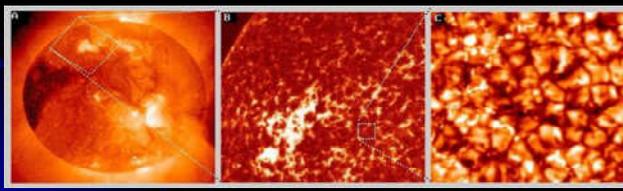


Figura F.6 – Slide com comentário sobre a Fotosfera

Fenômenos que ocorrem na Fotosfera:

- Granulação fotosférica: (grânulos/bolhas) gás quente que sobe das camadas interiores e liberam energia térmica para as camadas superiores.
- Manchas Solares: regiões irregulares que apresentam-se mais escuras por possuírem temperatura menor que a área ao seu redor.

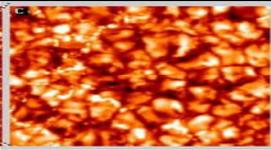
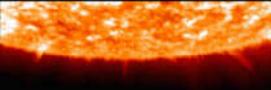



Figura F.7 – Slide que contém os fenômenos que ocorrem na Fotosfera

Cromosfera

- Região de coloração tipicamente avermelhada;
- Localizada acima da Fotosfera;
- Só pode ser visualizada durante os eclipses solares;
- Possui temperatura que sobe da base para o topo chegando a cerca de 40.000 K;
- Espessura entre 6.000 a 15.000 km.




2007/01/17 12:16:25 UT

Figura F.8 – Slide com comentários da Cromosfera

Fenômeno da Cromosfera: Espículas

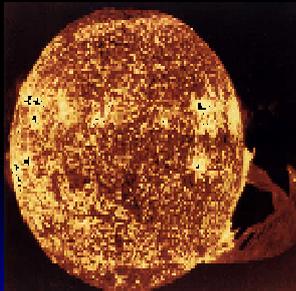
Jatos ou colunas de matéria que atingem cerca de 8.000 km de altura e podem durar até 15 minutos.



1999/03/06 08:08:10

Figura F.9 – Slide com as características do fenômeno Espículas

Coroa



- Camada mais externa e mais rarefeita da atmosfera solar;
- Só pode ser observada durante eclipses totais do Sol;
- Temperatura na ordem de 1 milhão de kelvin.

Figura F.10 – Slide com comentários sobre a Coroa

Fenômenos que ocorrem na Coroa:

Vento solar: fluxo contínuo de partículas emitidas da Coroa que fazem com que haja perda de massa por parte do Sol. Este vento atinge a Terra e é capturado pelo campo magnético terrestre formando o cinturão de Van Allen na magnetosfera terrestre. Como este cinturão faz com que as partículas carregadas do vento solar entrem na atmosfera terrestre apenas pelos pólos forma-se um fenômeno luminoso denominado aurora.



Figura F.11 – Slide que apresenta os fenômenos que ocorrem na Coroa (vento solar)

Fenômenos que ocorrem na Coroa:

Proeminência: colunas de gases mais frios que a região circundante e que parecem se afastar ou se aproximar da Cromosfera, com grande velocidade.

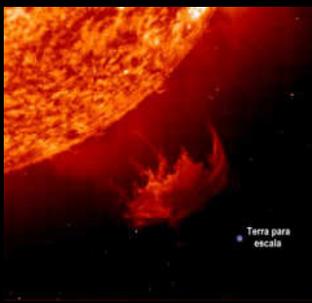


Figura F.12 – Slide que apresenta os fenômenos que ocorrem na Coroa (Proeminência)

Atividade Solar

A atividade do Sol não é constante. Ela se repete numa periodicidade da ordem de 11 anos. Quando ele alcança um ponto máximo, momento em que os fenômenos solares são mais frequentes, ocorrem grandes explosões na **Cromosfera e Coroa** com gigantescas liberações de energia. Nesta época é dita com época de "Sol ativo". No momento em que a atividade é mínima, o Sol é denominado "Sol Calmo". Atualmente, o sol está em período em que não apresenta mancha nenhuma, estando em um período de calmaria.

Figura F.13 – Slide com comentários sobre a atividade Solar

O fim do Sol

Estima-se que daqui a cerca de 1,1 bilhão de anos o Sol aumentará seu brilho em cerca de 10%, ocasionado uma elevação da temperatura aqui da Terra. Isso acarretará num aumento de vapor d'água na atmosfera. Ao se passar mais 2,5 bilhões de anos (há 3,5 bilhões de anos de nós), o brilho solar será em torno de 40% a mais que atual, fazendo com que toda a água dos oceanos evapore tornando o efeito estufa exacerbado. Ao se tornar uma Gigante Vermelha, o Sol perderá parte de sua massa fazendo com que a Terra se afaste passando a orbitar próximo à órbita de Marte.

Figura F.14 – Slide com comentário sobre o fim do Sol

Bibliografia

- OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; OLIVEIRA SARAIVA, Maria de Fátima. *Astronomia e Astrofísica*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.
- FERREIRA, Maximo, ALMEIDA, Guilherme. *Introdução à astronomia e às observações astronômicas*. 7a ed. Plátano Editora, Lisboa, 2004.
- FARIA, Romildo P.; *Fundamentos de Astronomia*. –3a ed. Campinas-SP: Papirus, 1987.
- FRIACA, Amâncio; Dal Pino, Elizabete; Sodré, Laerte; Pereira, Vera: *Astronomia: uma visão geral do universo*, 2a ed. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

OBSERVAÇÃO: Todas as imagens foram extraídas de <http://astro.if.ufrgs.br/esol/esol.htm#> . Acesso em 20 de março de 2009.

Figura F.15 – Slide com a bibliografia utilizada

Apêndice G – Slides de alguns corpos do Sistema Solar utilizados no encontro V

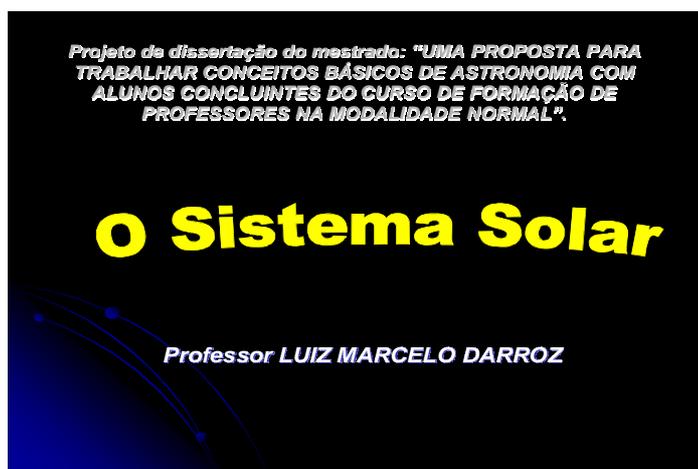


Figura G.1 – Slide do título da apresentação

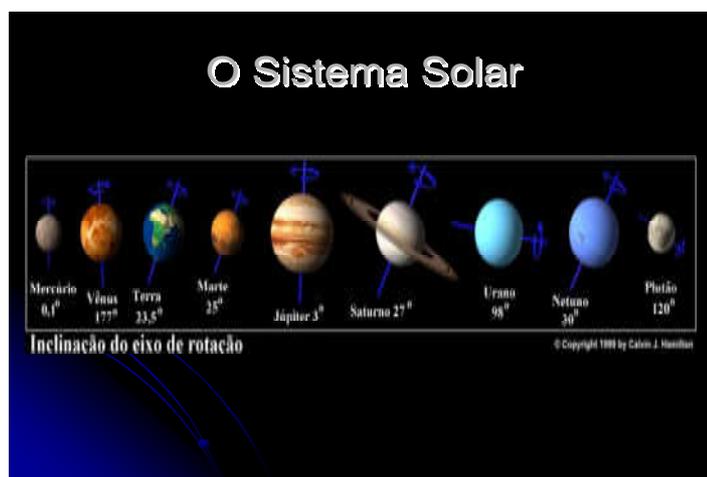


Figura G.2 – Slide com imagens dos planetas do Sistema Solar e a inclinação do eixo de rotação



Figura G.3 – Slide com imagem do Sol

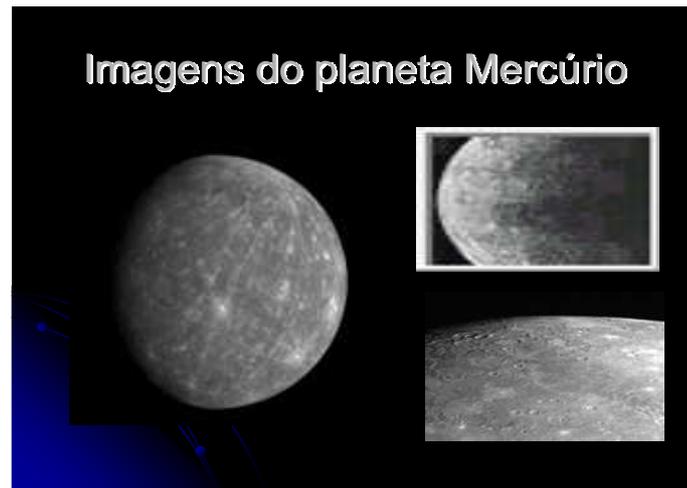


Figura G.4 – Slide com imagens do planeta Mercúrio



Figura G.5 – Slide com imagens do planeta Vênus



Figura G.6 – Slide com imagens do planeta Terra



Figura G.7 – Slide com imagens do planeta Marte

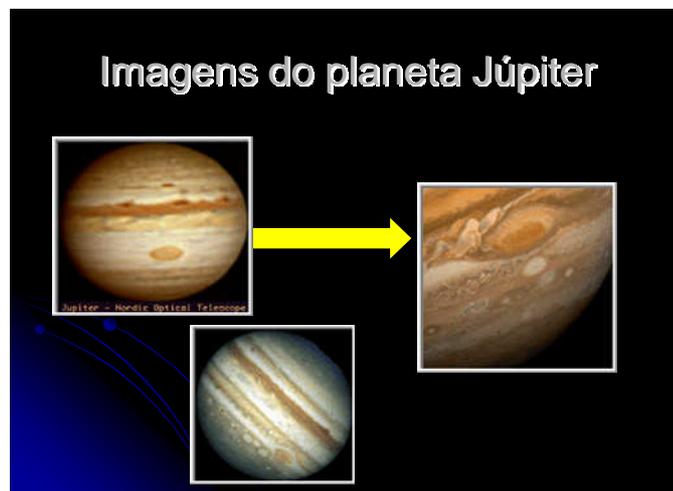


Figura G.8 – Slide com imagens do planeta Júpiter



Figura G.9 – Slide com imagens do planeta Saturno



Figura G.10 – Slide com imagens do planeta Urano



Figura G.11 – Slide com imagens do planeta Netuno



Figura G.12 – Slide com imagens do planeta Terra, a Lua e planeta anão Plutão



Figura G.13 – Slide com imagens de asteróides

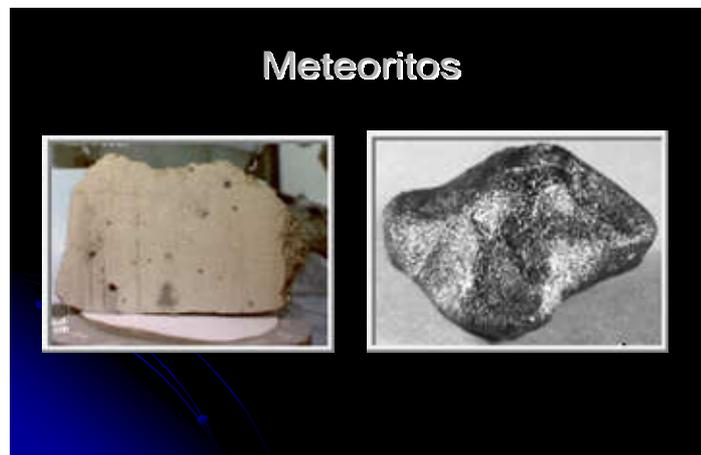


Figura G.14 – Slide com imagens de meteoritos

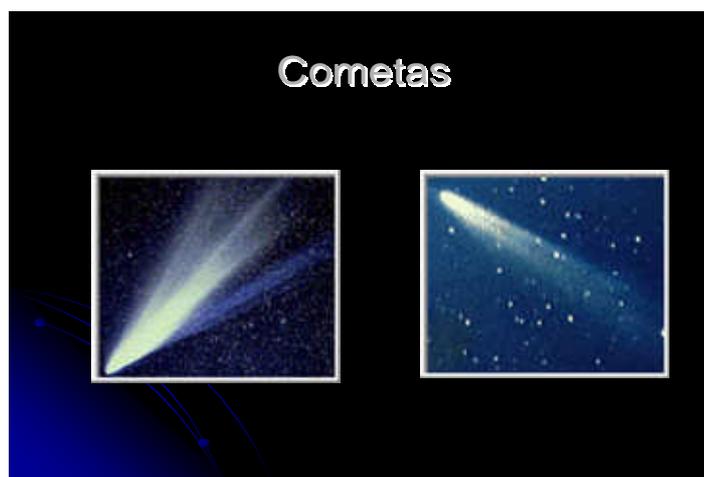


Figura G.15 – Slide com imagens de cometas

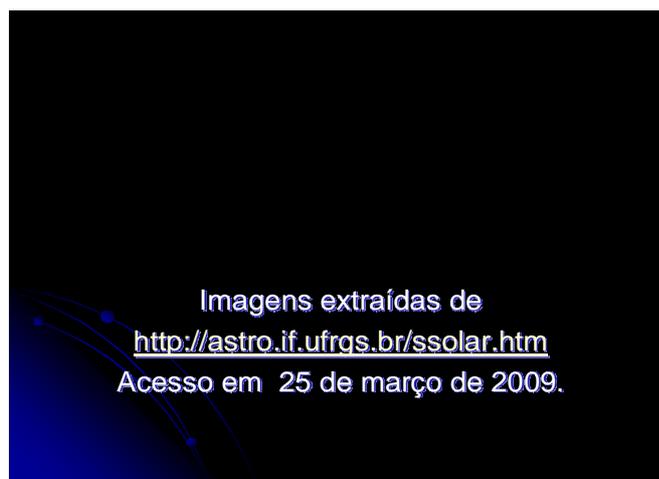


Figura G.16 – Slide com o site de onde foram extraídas as imagens

Apêndice H – Slides sobre assuntos referentes à Lua

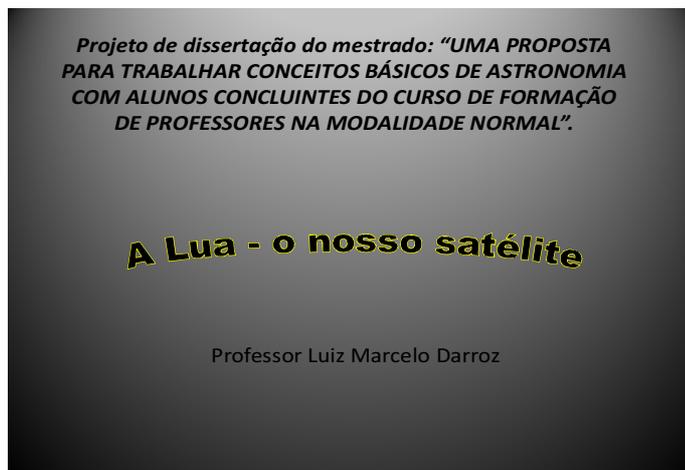


Figura H.1 – Slide do título da apresentação

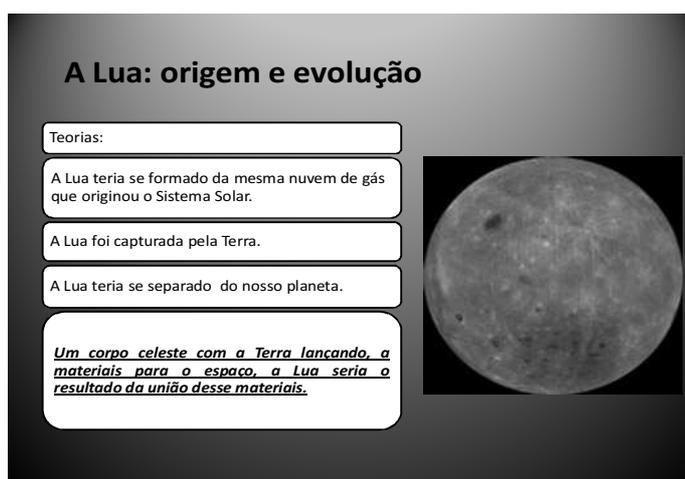


Figura H.2 – Slide com as teorias que procuram explicar a origem da Lua

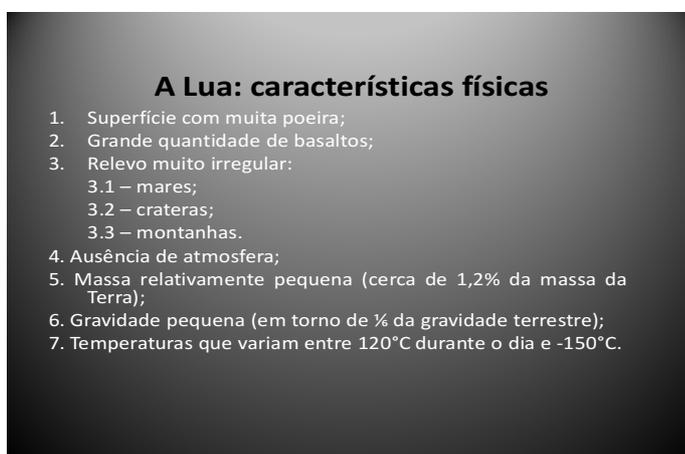


Figura H.3 – Slide com algumas características físicas da Lua

As expedições à Lua também proporcionaram a determinação exata da distância entre este astro e a Terra:



Valor médio: 384.000 Km
Varia entre 356.000 a 406.400 km

Figura H.4 – Slide com imagem da primeira expedição humana à Lua

Movimentos da Lua

- Translação – em volta da Terra;
- ✓ órbita elíptica;
- ✓ distância variando entre 363.296 km no perigeu e 405.504 km no apogeu;
- ✓ O plano orbital da Lua não coincide com o plano orbital da Terra - 5° de inclinação;
- ✓ Um ciclo leva 27,3 dias.

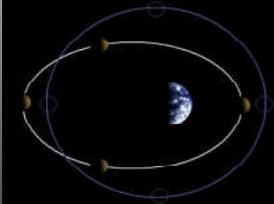


Figura H.5 – Slide com comentário do movimento de translação da Lua

Movimentos da Lua

- Rotação – em torno de si própria.
- ✓ A Lua se mantém sempre com a mesma face voltada para Terra.
- ✓ o período de translação é igual ao período de rotação.
- Ao girar em torno da Terra, a Lua também realiza juntamente com o nosso planeta um movimento ao redor do Sol.

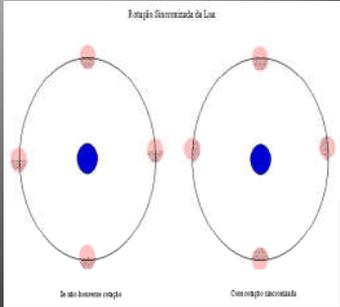


Figura H.6 – Slide com comentário do movimento de rotação da Lua

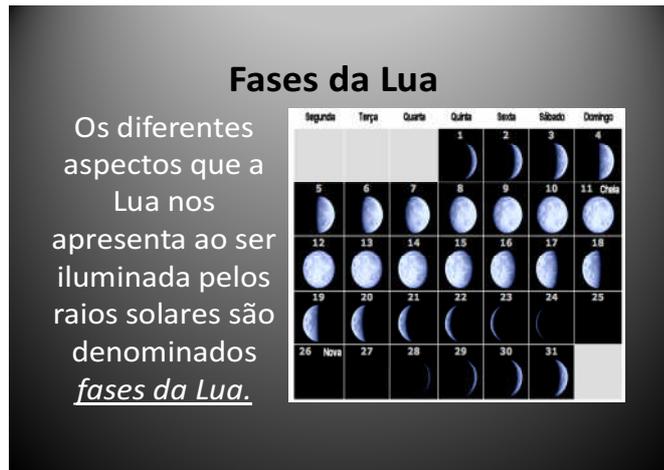


Figura H.7 – Slide com comentário das fases da Lua

A Lua apresenta quatro fases principais:

Lua-Nova:

- A face do satélite visível aqui da Terra é a não iluminada pelo raios solares;
- A Lua está no céu durante o dia, nascendo e se pondo aproximadamente junto com o Sol.

Lua Quarto-Crescente:

- A Lua tem a forma de semicírculo com a parte convexa voltada para oeste;
- apenas $\frac{1}{4}$ da superfície lunar é visível da Terra.
- A Lua aparece por volta do meio-dia e some em torno da meia-noite.

Figura H.8 – Slide com comentários sobre Lua – Nova e Lua Quarto – Crescente

Lua-Cheia:

- Nesta fase a Lua todo o hemisfério iluminado está voltado para a Terra, e assim, 100% visível;
- A Lua aparece ao anoitecer e desaparece ao amanhecer.

Lua Quarto - Minguante:

- A Lua tem a forma de semicírculo com a parte convexa voltada para leste;
- apenas $\frac{1}{4}$ da superfície lunar é visível da Terra.
- A Lua aparece por volta do meio-noite e some em torno da meio-dia.

Figura H.9 – Slide com comentários sobre Lua – Cheia e Lua Quarto – Minguante

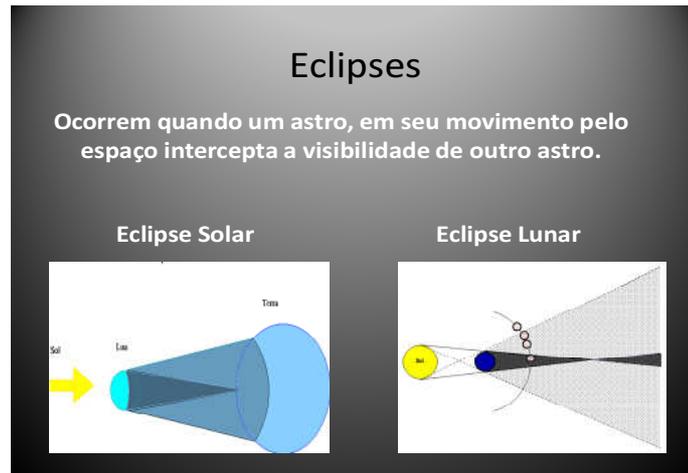


Figura H.10 – Slide com comentários sobre Eclipses

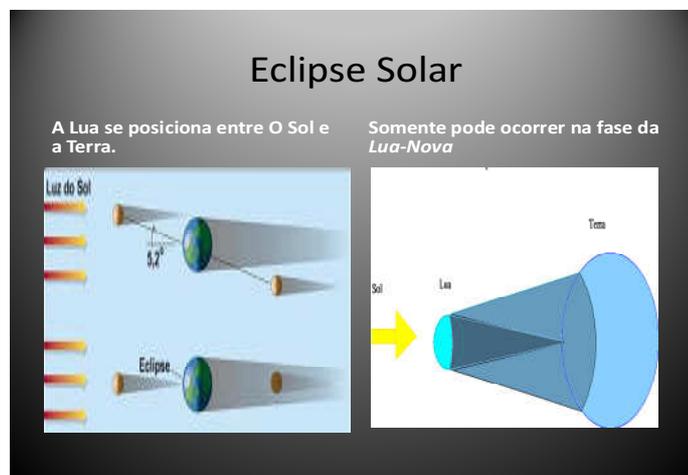


Figura H.11 – Slide com a formação de eclipses solares



Figura H.12 – Slide com imagens de eclipses solares

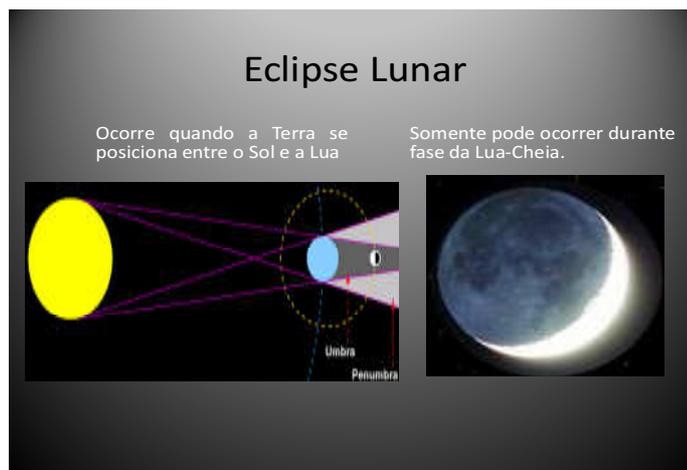


Figura H.13 – Slide com imagens de eclipses lunares

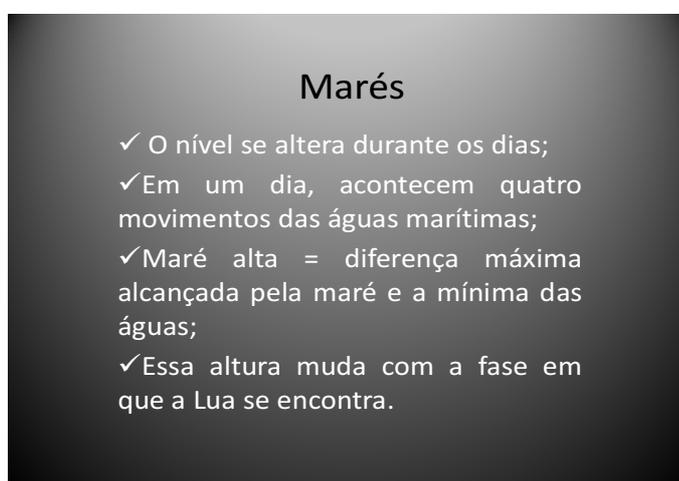


Figura H.14 – Slide com comentários sobre as forças de marés



Figura H.15 – Slide com a bibliografia utilizada

Apêndice I – Questionário de levantamento de informações aplicado no encontro I

Aplicação do projeto de dissertação do mestrado: “UMA PROPOSTA PARA TRABALHAR CONCEITOS DE ASTRONOMIA COM ALUNOS CONCLUINTEs DO CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA MODALIDADE NORMAL.”

Questionário de levantamentos de informações

Caros estudantes, respondam as seguintes questões tendo como base os seus conhecimentos sobre Astronomia:

1. Como você define ano-luz?
2. O que você entende por Universo?
3. Como você acredita que ocorreu o surgimento do Universo? Explique.
4. O que, em sua opinião, é uma galáxia?
5. Você sabe dizer quantas galáxias existem? Cite o nome de algumas delas.

Apêndice J – Questionário para levantamento de dados aplicado no encontro IV

Aplicação do projeto de dissertação do mestrado: “UMA PROPOSTA PARA TRABALHAR CONCEITOS DE ASTRONOMIA COM ALUNOS CONCLUINTE DO CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA MODALIDADE NORMAL.”

Questionário de levantamentos de dados

Caros estudantes, solicito que respondam as seguintes questões tendo como base o vídeo que acabou de assistir:

1. O que é o Sol?
2. Cite pelo menos três características do Sol.
3. Quais as regiões (camadas) do Sol?
4. Em que camada do Sol ocorrem as reações termo-nucleares (transformações do hidrogênio em hélio)?
5. Diferencie Zona Convectiva da Zona Radiativa.
6. O que é a Fotosfera? Cite pelo menos três características dessa região.
7. Qual (ais) as regiões (camadas) do Sol que são visíveis a olho nu aqui da Terra?
8. Cite pelo menos dois fenômenos solares.

Apêndice K – Questionário de levantamento de informações aplicado no término do encontro VII

Aplicação do projeto de dissertação do mestrado: “UMA PROPOSTA PARA TRABALHAR CONCEITOS DE ASTRONOMIA COM ALUNOS CONCLUINTE DO CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA MODALIDADE NORMAL.”

Questionário de levantamentos de informações:

Caros estudantes, solicito que respondam as seguintes questões tendo como base os assuntos discutidos em aula:

1. Como é o relevo lunar?
2. O que são os mares encontrados na superfície da Lua?
3. Como se formaram as crateras encontradas na superfície da Lua?
4. A que se deve a ausência de atmosfera na Lua? E o que essa falta de atmosfera proporciona?
5. Descreva o movimento de rotação e translação da Lua.
6. O que são as fases da Lua? Descrevendo as quatro principais fases da Lua.

Apêndice L – Questionário Final

Aplicação do projeto de dissertação do mestrado: “UMA PROPOSTA PARA TRABALHAR CONCEITOS DE ASTRONOMIA COM ALUNOS CONCLUINTEs DO CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA MODALIDADE NORMAL.”

Questionário final:

Caros estudantes, chegamos ao término do *Curso de Astronomia: conceitos básicos*. Curso este que tinha como objetivo principal proporcionar atualização dos conhecimentos de ciências físicas na área de Astronomia e foi desenvolvido do dia 18 de abril de 2009 a 11 de julho deste mesmo ano. Agora é momento de avaliar alguns pontos do curso. Assim, solicito que respondam as seguintes questões:

1. Como você avalia a metodologia utilizada nas aulas? Justifique sua resposta?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Qual a sua opinião sobre o “material institucional” disponibilizado?

.....
.....
.....
.....
.....

3. Quanto à atuação do professor, qual a sua avaliação?

.....
.....
.....
.....

4. Em sua opinião, a proposta do curso é válida? Justifique sua resposta.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5. Qual a importância da experiência que teve no curso para sua formação profissional?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. Cite alguns aspectos positivos do curso e também alguns aspectos negativos.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

7. O que e onde o curso pode ser melhorado? Dê algumas sugestões para a sua implementação do curso novamente no futuro.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Apêndice M – Lista de exercícios sobre distâncias no espaço sideral: ano-luz

Aplicação do projeto de dissertação do mestrado: “UMA PROPOSTA PARA TRABALHAR CONCEITOS DE ASTRONOMIA COM ALUNOS CONCLUINTEs DO CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA MODALIDADE NORMAL.”

Caros estudantes, tendo como base o texto estudado, resolva as seguintes questões:

1. O ano-luz é uma unidade Astronomia utilizada pelos astrônomos para medir o quê?
2. Define-se ano-luz ao quadrado como sendo a distância que a luz percorre no vácuo em um ano.
 Verdadeiro
 Falso.
Justifique sua resposta.
3. O que significa fisicamente a afirmação de que uma estrela estaria a 3 anos-luz da Terra?
4. A luz da estrela Alfa – Centauro chega até nós em 4 anos e meio. Determine a distância que separa essa estrela do nosso planeta. Expresse essa distância em ano-luz e em quilômetros.

5. Um ano-luz corresponde à:
- distância percorrida pela luz no vácuo durante um ano.
 - velocidade média da luz durante um ano.
 - energia que a luz exerce sobre a Terra durante um ano.
 - distância percorrida pelo som em um ano.
6. Andrômeda é uma galáxia distante a 2,9 milhões anos-luz de nossa galáxia a Via Láctea. A luz proveniente de Andrômeda, viajando a velocidade da luz, percorre a distância da nossa galáxia de quantos quilômetros?
7. A distância que Plutão está do Sol é de $5,9 \times 10^9$ Km. Essa distância corresponde a quantos anos-luz?
8. Sírio é uma estrela que está a 8,6 anos-luz da Terra. Determine a distância entre Sírio e a Terra expressa em km.

Apêndice N – Guia de utilização do *software* STELLARIUM

Aplicação do projeto de dissertação do mestrado: “UMA PROPOSTA PARA TRABALHAR CONCEITOS DE ASTRONOMIA COM ALUNOS CONCLUINTE DO CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA MODALIDADE NORMAL.”

Guia de utilização do *software* Stellarium

O *software* Stellarium pode ser adquirido gratuitamente pelo site <http://www.stellarium.org>. Ele é um planetário de código para computador que mostra um céu realista em três dimensões igual ao que se vê a olho nu, com binóculos ou telescópios, como podemos observar na figura 1.

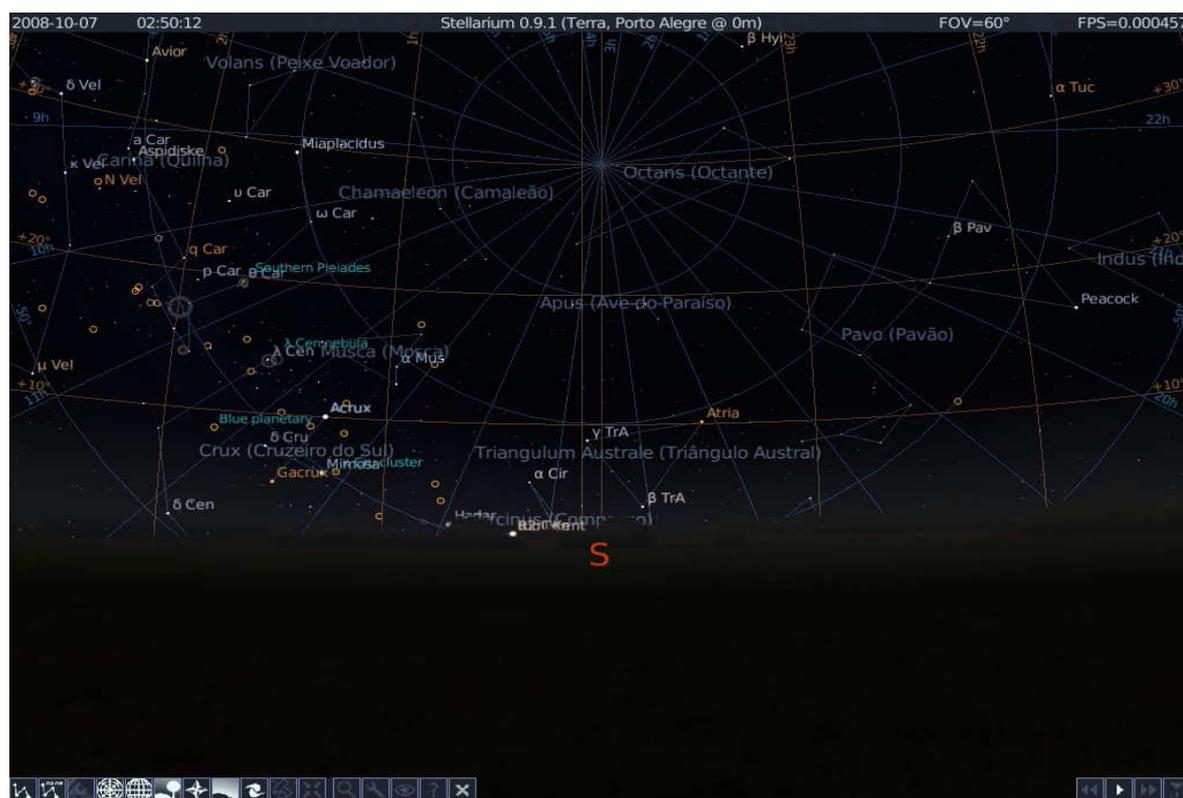


Figura 1: Tela típica do *software* Stellarium

Para trabalhar com este *software* é necessário que logo que o programa é iniciado, atualize-se a data, hora e local de observação no menu configuração. Como pretendemos simular o céu noturno de Passo Fundo – RS, deve-se escrever o nome dessa cidade no espaço de procura da janela Localização. A figura 2 mostra a janela localização.



Figura 2: Janela Localização do software Stellarium

Observamos na parte inferior da figura 1, o menu de botões - figura3. Abaixo, há uma relação das funções de cada botão.



Figura 3: menu principal.

A descrição das funções segue a legenda por número adicionada abaixo de cada botão:

1. A função deste botão é adicionar uma linha que una as estrelas de uma mesma constelação.
2. Este apresenta o nome das constelações.
3. Mostra na esfera celeste uma representação artística das constelações.
4. Mostra a grade azimutal, onde cada linha vertical corresponde ao azimute (Az) e todos se encontram no zênite e cada linha horizontal corresponde a altura do astro (Alt).
5. Mostra a grade equatorial, em que cada linha vertical que cruza o equador marca a ascensão reta do astro (AR) e cada linha paralela ao equador marca a declinação (DE).
6. Este botão tem a função de mostrar a paisagem do local na linha do horizonte.
7. Apresenta os pontos cardeais.

8. Apresenta a atmosfera.
9. Apresenta as nebulosas.
10. Faz alternar a montagem equatorial e azimutal.
11. Permite ir até o objeto celeste selecionado.
12. Permite localizar algum objeto celeste.
13. Abre a janela Localização.
14. Adiciona o modo noturno.
15. Abre a lista de atalhos.
16. Sai do programa.
17. 18.19. Controlam a passagem do tempo da simulação.
20. Volta ao tempo inicial.

Apêndice O – Roteiro para a construção da maquete

Projeto de dissertação do mestrado: “UMA PROPOSTA PARA TRABALHAR CONCEITOS BÁSICOS DE ASTRONOMIA COM ALUNOS CONCLUINTE DO CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA MODALIDADE NORMAL.”

Roteiro para construção da maquete do Sistema Solar.

Antes de iniciar a construção da maquete do sistema solar, é importante lembrar que se deve trabalhar com duas escalas distintas: uma para os diâmetros dos corpos celestes e outra para as distâncias. Isso porque, ao usar uma única escala, seria necessário um Sol de 1 metro de diâmetro e ainda, colocar Plutão a mais de 4 quilômetros de distância. Ou ainda, colocando Plutão a 2 metros de distância do Sol, Mercúrio teria um diâmetro de 0,002 milímetro, o que é praticamente invisível a olho nu. Assim, os dados contidos nas descrições abaixo correspondem a escalas diferentes, isto é, uma para os tamanhos dos planetas e, outra, para as distâncias entre os corpos celestes.

Materiais necessários:

- massa de modelar de 6 cores diferentes;
- 2 bolas de isopor de 10 centímetros de diâmetro;
- 1 bola de isopor de 3 centímetros de diâmetro;
- 1 bola de isopor de 2 centímetros de diâmetro;
- 1 bola de isopor de 1 centímetro de diâmetro;
- tinta de diversas cores;
- pincéis;
- 2 m² de tecido TNT da cor preta;
- 1 m² de tecido TNT da cor laranja;
- 5 chapas de isopor de 1 x 0,5 m;
- cola para isopor;
- arame para suporte;
- estilete

Como fazer:

- **Construção do Sol: (Na maquete será representado apenas 1/4 do Sol)**

1. Desenhe nas chapas de isopor três semicírculos com um raio de 50 cm;
2. Utilizando o estilete, recorte os referidos semicírculos;
3. Um deles corte ao meio;
4. Cole-os de forma que o Sol fique representado tridimensionalmente;
5. Cubra a estrutura montada com o tecido TNT da cor laranja, colando-o na mesma.

- **Construção dos Planetas**

1. Para fazer Mercúrio, Vênus, Marte e o planeta-anão Plutão, usa-se massa de modelar na cor que mais se aproximar da real;
2. Molde às bolinhas seguindo os tamanhos indicados na tabela abaixo:

Planetas	Diâmetro
Mercúrio	3,5 milímetros
Vênus	8,5 milímetros
Marte	5 milímetros
Plutão	1,5 milímetro

3. Para fazer Terra, Júpiter, Saturno Urano e Netuno, usam-se as bolas de isopor. Vale ressaltar que Saturno é menor que Júpiter, porém por questões práticas serão representados por duas bolas de isopor de 10 cm de diâmetro. Urano será representado pela bola de 3 cm de diâmetro, Netuno pela de 2 cm e a Terra pela de 1 cm;
4. Pinte cada planeta com a cor que mais se aproximar da real;
5. Com os retalhos das chapas de isopor usadas para fazer o suporte do Sol, faça dois arcos de circunferência de 12 cm de diâmetro para representar os anéis de Saturno.

- **Construção da base:**

1. Forre duas chapas de isopor com o tecido TNT da cor preta;
2. Marque um ponto central (ponto zero) em uma das extremidades das chapas, local onde estará o centro do Sol;
3. Trace, a partir do ponto zero, linhas representando as órbitas elípticas dos planetas de acordo com as distâncias contidas na tabela abaixo:

Planetas	Distância do Sol
Mercúrio	1 centímetro
Vênus	2 centímetros
Terra	2,75 centímetros
Marte	4 centímetros
Júpiter	14 centímetros
Saturno	25,5 centímetros
Urano	0,5 metro
Netuno	0,8 metro
Plutão	1,07 metros

4. Pinte as linhas que representam as órbitas dos planetas de cor branca.

• **Montagem da maquete:**

1. Posicione o Sol no ponto zero da base;
2. Com pedaços de arame, com tamanho proporcional às bolas que representam os planetas, perfure as mesmas. Esses pedaços de arame servirão para sustentar os planetas;
3. Localize cada planeta em sua órbita.
4. Escreva o nome de cada planeta e cole-os próximo ao planeta correspondente.

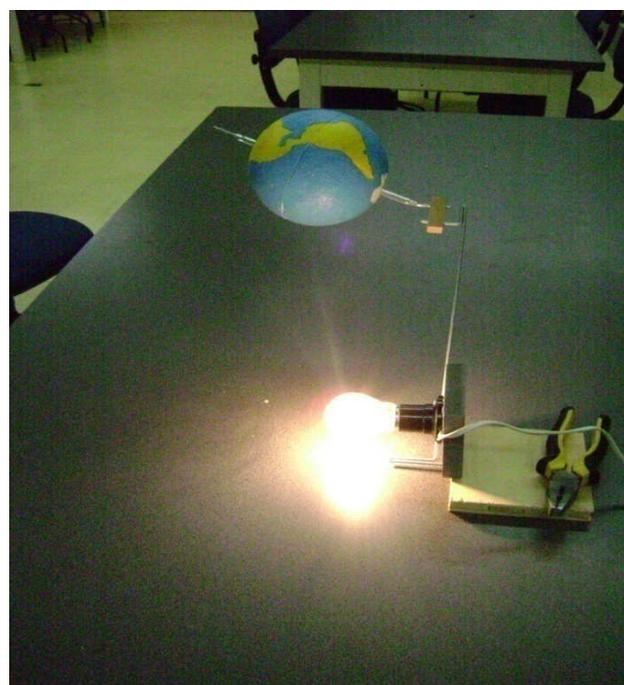
Apêndice P – Roteiro para a construção do objeto de ensino que simula os movimentos do planeta Terra

Projeto de dissertação do mestrado: “UMA PROPOSTA PARA TRABALHAR CONCEITOS DE ASTRONOMIA COM ALUNOS CONCLUINTEs DO CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA MODALIDADE NORMAL.”

Roteiro para construção do modelo que simula os movimentos de rotação e translação da Terra

Materiais necessários:

- Suporte de madeira de dimensões (15 x 20 x 5)cm;
- Lâmpada com suporte e 1,5m de fio;
- Toco de madeira com dimensões (3 x 2 x 5)cm;
- Duas partes externas de caneta com tampa;
- Bola de isopor com 15cm de diâmetro;
- Duas alças de lata de tinta;
- Três alfinetes;
- Borracha de apagar;
- Furadeira, chave de fenda, serra para ferro.



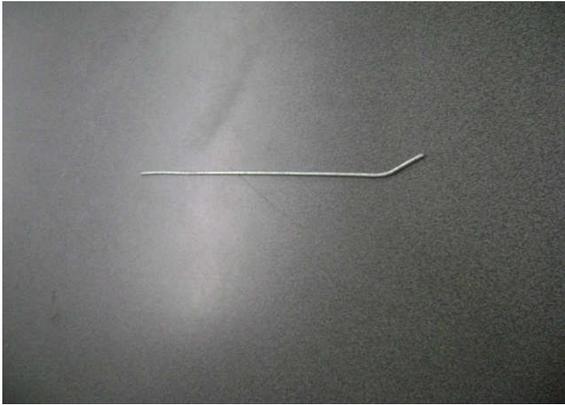
Construção:

- Fazem-se dois furos no toco, a 2cm das extremidades.

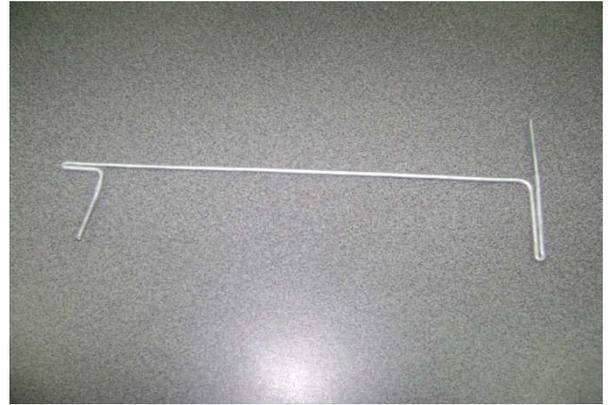


- Endireitam-se e cortam-se dois pedaços de arame de 20cm.

- Dobra-se os arames das seguintes forma:



Arame 1



Arame 2

- Separaram-se as duas partes da bola de isopor, furando cada uma delas na parte indicada com uma seta.



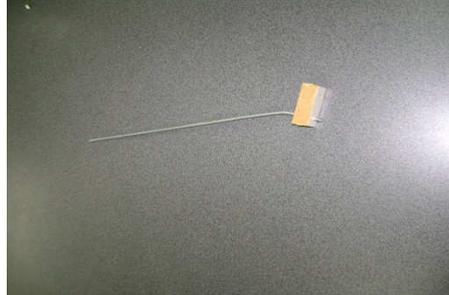
- Cortam-se 6cm de uma caneta, unindo-a com a outra inteira usando para isso um pouco de papel engomado.

- Encaixa-se, no orifício feito na bola, pela parte interna, a ponta de uma das canetas.
- Acomoda-se a outra parte da bola na ponta da outra caneta de modo que ambas funcionem com um eixo, que sairá 5cm de uma das partes da bola.
- Monta-se o circuito elétrico para representar o Sol.

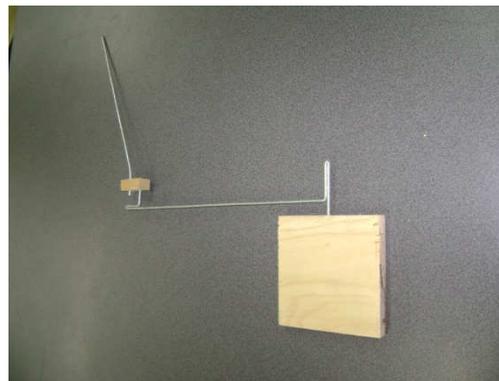


Montagem do modelo:

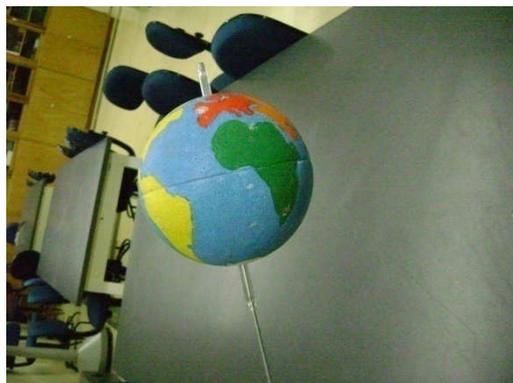
1. Encaixa-se o arame 1 em um dos furos do toquinho de madeira;



2. Encaixa-se o arame 2 no segundo furo do toquinho de madeira e no suporte de madeira.



3. Insere-se a bola de isopor, na qual já estão desenhados os continentes.



ANEXOS

Anexo A – Termo de consentimento informado

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Este projeto de pesquisa tem como objetivo central proporcionar, aos alunos formandos do curso de formação de professores na modalidade normal da Escola Estadual de Educação Básica Nicolau de Araújo Vergueiro, atualização dos conhecimentos de ciências físicas: Astronomia. Além desse objetivo geral temos como objetivos específicos: reparar os temas de Astronomia e as aulas experimentais que formarão o corpo do projeto; elaborar a metodologia adequada ao trabalho a ser desenvolvido; apresentar de forma clara e correta os conceitos de astronomia que são trabalhados durante o curso de formação de professores na modalidade normal; oferecer uma metodologia que dê suporte aos futuros professores na área de Astronomia; construir materiais que auxiliem na prática pedagógica; e, avaliar os diferentes estágios de dificuldades nos conteúdos apresentados, relacionando-os às diferentes séries do ensino fundamental. A metodologia empregada nesta pesquisa envolverá a filmagem das aulas e/ou produção de materiais fotográficos e, eventualmente, a entrevista com os participantes da pesquisa.

O professor e/ou pesquisador LUIZ MARCELO DARROZ, aluno do mestrado profissional de Ensino de Física, será o responsável pela realização da coleta de dados junto ao grupo de alunos formandos do curso de formação de professores na modalidade normal da Escola Estadual de Educação Básica Nicolau de Araújo Vergueiro, comprometendo-se a respeitar os valores éticos que permeiam esse tipo de trabalho.

Asseguro que não haverá qualquer ressentimento, caso algum aluno ou aluna, familiar ou professor ou professora desejar não participar do trabalho. A participação nesta pesquisa não oferece risco ou prejuízo ao participante e se no decorrer do trabalho o participante resolver não mais continuar terá toda a liberdade de o fazer, sem que isso lhe acarrete qualquer prejuízo.

Os dados e resultados desta pesquisa estarão sempre sob sigilo ético. Não sendo mencionados os nomes dos participantes em nenhuma apresentação oral ou trabalho escrito que venha a ser publicado.

Como pesquisador responsável por essa pesquisa comprometo-me a esclarecer devida e adequadamente qualquer dúvida ou dificuldade que eventualmente o participante venha a ter

durante ou posteriormente a pesquisa através do telefone 331608345 (Departamento de Física da Universidade de Passo Fundo - UPF).

Apos ter sido devidamente informado de todos os aspectos desta pesquisa e ter esclarecido todas as minhas duvidas, eu _____, R.G. no. _____ concordo em participar da pesquisa.

Assinatura do/a Participante

Assinatura do Pesquisador

_____, _____ de _____ de _____

Dados do Pesquisador:

Luiz Marcelo Darroz – Licenciado em Matemática – Especialista em Física e mestrando em Ensino de Física.

Professor do Departamento de Física da Universidade de Passo Fundo – UPF.

E-mail: ldarroz@upf.br

Anexo B – Produto educacional originado a partir da experiência didática descrita nesta dissertação