

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**Programa de Pós Graduação em Ensino de Física**

**Mestrado Profissional em Ensino de Física**

**O Sistema Solar – Um Programa de Astronomia para o Ensino Médio<sup>1</sup>**

**Andréia Pessi Uhr**

Dissertação desenvolvida sob a orientação da Dr<sup>a</sup> Maria de Fátima Oliveira Saraiva e co-orientação do Dr. Kepler de Souza Oliveira Filho e apresentada ao Instituto de Física da UFRGS. Esse trabalho preenche parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

**Porto Alegre  
2007**

---

<sup>1</sup> Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, que sempre me incentivaram, apoiaram e ajudaram de todas as formas possíveis.

Aos amores da minha vida, meu marido que suportou meu mau humor e as muitas horas que dispensei em frente ao computador, no meio dos livros e junto aos colegas. E meu filho Enzo que resolveu chegar durante o curso de mestrado. Deu mais sabor ao meu viver e motivação para continuar.

Aos meus guias espirituais que me ensinaram perseverança.

À Profª Maria de Fátima, que teve muita paciência comigo e aguardou meu reestabelecimento para que pudéssemos finalizar nosso trabalho.

Aos colegas, que me proporcionaram momentos de lucidez, aprendizado e muitas risadas.

À Direção da Escola Meta que permitiu a execução do trabalho, apoiando a iniciativa.

Aos alunos do terceiro ano da Escola Meta de Ensino Médio, do ano de 2005, que participaram da execução do projeto.

Ao Prof. Fernando Lang que, gentilmente, nos ajudou na análise de resultados.

## SUMÁRIO

Sumário.....	3
Lista de Tabelas.....	4
Lista de Figuras.....	5
Resumo.....	6
Abstract.....	7
1. Introdução.....	8
2. Estudos Relacionados.....	12
3. Fundamentação Teórica.....	16
3.1 As Teorias de Aprendizagem.....	16
3.1.1 A Teoria de L. S. Vygotsky.....	16
3.1.2 A Teoria de David Ausubel.....	18
3.1.3 A Teoria de Joseph D. Novak.....	21
3.2 As Bases Teóricas e o Desenvolvimento do Trabalho.....	22
4. Metodologia.....	24
4.1 O Contexto.....	24
4.2 Organização de Conteúdos.....	24
4.3 Os Testes.....	25
4.4 Módulo 1.....	25
4.5 Módulo 2.....	28
4.6 Módulo 3.....	30
4.7 Avaliações.....	31
5. Análise de Resultados.....	32
5.1 Avaliações do Módulo 1.....	32
5.1.1 Turma A.....	32
5.1.2 Turma B.....	34
5.2 Avaliações do Módulo 2.....	36
5.2.1 Turma A.....	36
5.2.2 Turma B.....	37
5.3 Avaliações do Módulo 3.....	38
5.3.1 Turma A.....	38
5.3.2 Turma B.....	40
6. Considerações Finais.....	44
Referências.....	46
Apêndice A.....	48
A.1 Teste do Módulo 1.....	48
A.2 Teste do Módulo 2.....	51
A.3 Teste do Módulo 3.....	53
Apêndice B – O Sistema Solar: Um Programa de Astronomia para o Ensino Médio.....	55
Apêndice C - Levantamento dos conteúdos abordados, em livros de ensino médio, correspondentes à astronomia.....	114
Apêndice D – Dados utilizados na Análise de Resultados.....	116

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Título, duração e distribuição de conteúdos dos Módulo 1, 2 e 3.....	25
Tabela 5.1: Análise de significância estatística para os resultados dos testes nos módulos 1, 2 e 3 nas turmas A e B.....	42
Tabela 5.2: Índices percentuais de acertos nos pré e pós-testes para os Módulos 1, 2 e 3 nas turmas A e B.....	42

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Esquema representativo dos alicerces da Teoria de L. S. Vygotsky.....	16
Figura 4.1: Alunos desenhando na tira de papel.....	27
Figura 4.2: Alunas verificando as medidas.....	27
Figura 5.1: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pré-teste do Módulo 1 para a turma A.....	33
Figura 5.2: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pós-teste do Módulo 1 para a turma A.....	33
Figura 5.3 : Evolução do número médio de acertos por aluno entre o pré e o pós-teste do Módulo 1 para a turma A.....	34
Figura 5.4: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pré-teste do Módulo 1 para a turma B.....	35
Figura 5.5: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pós-teste do Módulo 1 para a turma B.....	35
Figura 5.6 : Evolução do número médio de acertos por aluno entre o pré e o pós-teste do Módulo 1 para a turma B.....	35
Figura 5.7: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pré-teste do Módulo 2 para a turma A.....	36
Figura 5.8: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pós-teste do Módulo 2 para a turma A.....	36
Figura 5.9 : Evolução do número médio de acertos por aluno entre o pré e o pós-teste do Módulo 2 para a turma A.....	37
Figura 5.10: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pré-teste do Módulo 2 para a turma B.....	37
Figura 5.11: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pós-teste do Módulo 2 para a turma B.....	38
Figura 5.12: Evolução do número médio de acertos por aluno entre o pré e o pós-teste do Módulo 2 para a turma B.....	38
Figura 5.13: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pré-teste do Módulo 3 para a turma A.....	39
Figura 5.14: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pós-teste do Módulo 3 para a turma A.....	39
Figura 5.15: Evolução do número médio de acertos por aluno entre o pré e o pós-teste do Módulo 3 para a turma A.....	40
Figura 5.16: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pré-teste do Módulo 3 para a turma B.....	40
Figura 5.17: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pós-teste do Módulo 3 para a turma B.....	41
Figura 5.18: Evolução do número médio de acertos por aluno entre o pré e o pós-teste do Módulo 3 para a turma B.....	41

## RESUMO

Este trabalho relata as atividades desenvolvidas na disciplina de Física em duas turmas de Ensino Médio de uma escola particular de Porto Alegre. Esses alunos tiveram a oportunidade de estudar, no último semestre do curso, um assunto interessante, atual e sempre na moda - a Astronomia - incluída recentemente no currículo de Física da escola. O conteúdo foi organizado em três módulos, tendo como tema geral "O Sistema Solar". O Módulo 1 foi chamado de "Os Planetas e Corpos Menores do Sistema Solar, e inclui Histórico da Astronomia, Leis de Kepler, Gravitação, e Características dos Planetas, Asteróides e Cometas. O Módulo 2 foi concebido sob o título "Interação Sol – Terra – Lua" e nele estão conteúdos como Fases da Lua, Eclipses, Marés, Estações do Ano, Movimento Aparente dos Astros e Auroras. No Módulo 3, com título "Estrutura e Evolução do Sol", são abordados assuntos como Formação do Sol e do Sistema Solar, Características do Sol e noções básicas de Evolução Estelar. Os três módulos juntos cobrem uma diversidade de conteúdos de astronomia significativamente maior do que os normalmente encontrados em livros didáticos para o Ensino Médio. Utilizamos a nosso favor a pré-disposição do aluno para aprender Astronomia, o que, de acordo com Ausubel e Novak, é um fator facilitador da aprendizagem. A interação dos conteúdos com a realidade social que, segundo Novak, é item indispensável para a aprendizagem, também esteve presente, visto que a Astronomia é assunto abordado diariamente nos meios de comunicação e está presente no dia-a-dia das pessoas. A influência dos eventos astronômicos na vida cotidiana permite relacionarmos a teoria com a prática, contribuindo também para uma assimilação mais efetiva dos conhecimentos. A relação entre a experiência do aluno e a teoria a ser aprendida serviu de base para o presente trabalho. No planejamento das atividades procuramos sempre priorizar a interação social entre o professor e os alunos e entre os alunos entre si, pois, segundo Vygotsky, é na socialização que ocorre a aprendizagem. A comparação dos resultados de questionários realizados antes das aulas (pré-testes), com aqueles realizados após as aulas (pós-testes) mostrou um aumento significativo no número de acertos, indicando uma evolução real no grau de conhecimento dos alunos sobre os assuntos abordados. O produto final foi a elaboração de um texto de apoio contendo as atividades desenvolvidas, sugestões de sítios da internet com simulações e exercícios para serem aplicados em sala de aula.

## ABSTRACT

In this work we present the activities developed in one year of Physics course in two groups of a private High School in Porto Alegre. The students had the opportunity to study, in the last semester of the course, an interesting subject, current and always fashionable - Astronomy - included recently in the Physics curriculum at the school. The activities covered several contents and used different methodologies in an attempt to reach a larger number of students in their preferences. The content was organized in three modules, under the general theme "The Solar System." The first module was called "The Planets and Smaller Bodies of the Solar system, and included History of Astronomy, Kepler's Laws, Gravitation, and Characteristics of Planets, Asteroids and Comets. The second module was called "The Sun-Earth-Moon Interaction" and included contents as Phases of the Moon, Eclipses, Tides, Seasons, Apparent Movement of the Stars and Aurorae. In the third module, entitled "Structures and Evolution of the Sun", subjects as The birth of the Sun and of the Solar System, Characteristics of the Sun and basic notions of Stellar Evolution were included. The three modules together cover a broader range of astronomy subjects than normally available in Brazilian High School textbooks. We used the student's motivation to learn Astronomy, which, according to Ausubel and Novak, is an inductor of learning. The interaction of the contents with the social reality that, according to Vygotsky, is an indispensable item for the learning, was also present, because Astronomy is a daily subject in the media and it is present in the every day life of the students. The influence of the astronomical events in daily life allows one to relate the theory with the practice, also contributing to a more effective assimilation of the knowledge. The relationship between the student's experience and the theory to be learned serves as base for the present work. The planned activities prioritize the social interaction between the teacher and the students and among the student with their friends, which is based in the theory of Vygotsky, where socialization promotes learning. The comparison of the results of questionnaires taken before the classes (pre-test), with those taken after the classes (post-test) showed a significant increase in the number of correct answers, indicating a real evolution in the students' knowledge on the covered subjects. The final product was the elaboration of a support text containing the developed lesson plans.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das profissões mais antigas da humanidade e quem sabe, a primordial é a de professor. Ser professor é ser responsável por abrir as portas do conhecimento e das ciências para as crianças, por formar profissionais, por transmitir o conhecimento de geração para geração, por ajudar na socialização do indivíduo a fim de que ele construa valores, aprenda, cresça. Essa profissão é hoje depreciada e indesejada entre a maioria dos vestibulandos, por quê? Por que o ato de ensinar foi banido da moda? É desconcertante, numa época em que o conhecimento é transmitido em tamanho volume e velocidade, que aprender seja algo secundário.

Ser professor ainda é usar o quadro negro e o giz. Mas é necessário mais, é essencial ensinar aos alunos valores morais e éticos que foram esquecidos por muitos em nossa sociedade. Concebo a profissão de professor como algo sublime na sua essência, mas árduo e amargo no seu dia-a-dia. É preciso ter um “jogo de cintura” muito grande para prender a atenção do aluno para que um mínimo de vontade de aprender surja de sua parte.

O desinteresse em aprender e a falta de respeito para com o educador são marcantes e constantes nas salas de aula de hoje. Além disso, as condições de trabalho não são nada estimulantes e, muitas vezes, a prepotência e o interesse das instituições e daqueles que as comandam nada tem a ver com o bem estar e o trabalho do professor.

O Brasil é um país imenso e com uma diversidade cultural e econômica muito grande. Nele é possível encontrar instituições de ensino sérias e com uma linha de trabalho alicerçada em bases sólidas e científicas com planos de ensino bem elaborados, executados e constantemente analisados e aprimorados. Porém, a visão geral da educação no país não é muito promissora. Grande parte das escolas encontram-se falidas, sem infra-estrutura física e humana para o desenvolvimento de um trabalho digno e eficaz.

É fato que diversas tentativas para melhorar a qualidade do ensino são iniciadas. A legislação propõe reformas e elabora regulamentos para nortear os trabalhos dos educadores. Essas ações parecem boas mas, até chegarem na aplicação propriamente dita, há uma grande lacuna.

Apesar de tudo isso, ainda acredito na educação, creio que somos capazes de mudar nossa sociedade e de ensinar aos alunos, além de conhecimentos técnicos, também a moral, a ética, e os bons princípios através de um trabalho sério e dedicado. É por isso que acredito que vale a pena empregar o tempo num trabalho como esse, o qual busca aprimorar, incrementar e diferenciar atividades aplicadas na sala de aula visando uma aprendizagem significativa da realidade científica e uma conexão entre a teoria e o cotidiano do aluno.

Qualquer aprimoramento pedagógico de uma instituição de ensino, na filosofia e nas atividades desenvolvidas, é um trabalho lento, que deve ser executado com muita seriedade e dedicação. Reuniões para trocar idéias e experiências são fundamentais e tempo para a elaboração de aulas mais completas no que diz respeito à pedagogia e à cognição é primordial. Por isso, saliento a importância de iniciativas como o curso de mestrado profissionalizante da UFRGS pois, incentivam, dão tempo e subsídios aos professores para produzirem materiais melhores e que poderão ser utilizados por outros.



Atualmente, o amparo legal para a elaboração dos currículos escolares baseia-se nos Parâmetros Curriculares Nacionais, PCNs (Brasil, 1999), que priorizam estratégias para capacitar o aluno a se socializar, a ser produtivo e a abstrair sob a óptica das seguintes premissas: aprender a conhecer, a fazer, a viver e a ser. Permitir ao aluno ver o mundo na sua complexidade, favorecendo o gosto de compreender o que o cerca. Fundamentar a mente do educando com conhecimentos de base que tornem possível a continuidade do aprendizado, possibilitando que ele enfrente situações novas e conflitantes na busca de soluções.

Também sob o enfoque dos PCNs o fazer enxergar a aplicação prática do que está sendo estudado, perceber as interdependências existentes e, desta forma observar a importância social do assunto, são aspectos importantes da abordagem dos conteúdos em sala de aula.

A astronomia é um assunto atual, histórico e ligado diretamente ao nosso cotidiano e portanto, com aplicações práticas, com relacionamento interdisciplinar e de cunho social inegável.

De acordo com a Lei número 9394/96 do Governo Federal (Brasil, 1996), os currículos da Educação Básica devem ser construídos de acordo com a Base Nacional Comum (BNC). O aluno deve ficar apto a dar continuidade aos seus estudos construindo competências e habilidades fundamentais. Um exemplo é o entendimento da linguagem matemática e de suas regras compreendendo que ela é a descrição de uma situação real. Tal percepção é necessária e está presente no material elaborado, não como prioridade, mas como parte integrante e complementar dos estudos.

O cumprimento da legislação e a observância dos seus detalhes são importantes e devem ser feitos de forma coerente e racional, com o intuito de tornar viável a execução do que é recomendado. As aulas desenvolvidas neste projeto de mestrado utilizam a Astronomia com enfoque físico e matemático, objetivando a compreensão de fenômenos e eventos do nosso mundo. De acordo com o Art. 26 da LDB (Brasil, 1996), a BNC deve conter estudos da matemática e obrigatoriamente promover o conhecimento do mundo físico e natural, permitindo ao aluno perceber o contexto em que vive e no qual a ciência é feita.

Legalmente, o enfoque da Física deve estar em “para que ensinar Física”, isto é, preparar o aluno para situações reais e do seu cotidiano. Desta forma, abandonamos o “o que ensinar de Física” para que os conteúdos trabalhados não sejam muito abstratos e distantes da realidade do aluno. Podemos então afirmar que deve se desenvolver no aluno competências que lhe permitam enfrentar situações do dia-a-dia de forma a resolvê-las.

Quando as competências servem de eixo gerenciador do ensino, as estratégias pedagógicas ficam mais claras e o trabalho do professor é facilitado. É inviável fazer uma listagem de competências completa, mas manter a atenção focada nelas é essencial para que não haja um retorno aos temas exclusivos dos conteúdos programáticos da disciplina.

No Ensino Médio, as competências que devem ser ensinadas tornam-se mais abrangentes e gerais, sendo necessário aprender a abstrair e compreender os modelos físicos que tentam explicar nosso universo. Os princípios que norteiam as competências são o da investigação, compreensão, utilização da linguagem física e a contextualização histórica e cultural.

A cada grupo de profissionais, dentro da sua instituição de ensino, cabe a decisão dos temas a serem trabalhados e isso deverá estar de acordo com o projeto pedagógico, a filosofia da escola e o contexto social em que está inserida a comunidade em que atua. Um tema, ao ser escolhido, deve permitir ações concretas que desenvolvam competências e habilidades constituindo temas estruturadores que se caracterizam como elementos de base para a ação pedagógica.

O que é sugerido pelos PCNs+ (Brasil, 2002) são temas embasados nos conteúdos clássicos, mas com uma abordagem mais prática e próxima da realidade do aluno. Desta forma, encontramos os Estudos dos Movimentos (Mecânica), os Estudos do Calor (Termologia), os Estudos de Imagem e Som (Óptica e Ondas Mecânicas), os Equipamentos Elétricos e Telecomunicações (Eletricidade e Magnetismo), os Estudos da Matéria e Radiação (Física Moderna) e por fim; Universo, Terra e Vida (Astronomia e Cosmologia), que é o tema ao qual está relacionado o trabalho descrito nesta dissertação.

A orientação para o desenvolvimento do conteúdo inclui desde o estudo das características físicas da Terra e do Sistema Solar, bem como uma visão histórica e cultural que indique a evolução das teorias sobre a composição da matéria, a origem do Universo e a possibilidade de existência de vida extraterrestre. É enfatizada a importância de fazer correlações entre os temas. Nenhum deles deve ser encarado como um tema isolado e sim como um assunto que se relaciona com outras áreas do conhecimento. É sugerido que cada tema seja subdividido em três ou quatro unidades temáticas para otimizar a aplicação e seqüenciamento dos conteúdos.

Uma das principais maneiras de se ensinar algo é dando o exemplo, fazendo um trabalho de qualidade, bem elaborado e organizado, que mostre ao aluno a importância de uma atividade planejada. É comum vermos alunos e profissionais desorganizados, atrasados, sem competência para executar tarefas simples, pelo simples fato de exigirem um pouco de conhecimento, disciplina e organização.

Foram essas crenças, constatações e anseios que motivaram a realização desse trabalho. Percebe-se que há algum esforço do governo quanto à elaboração da LDB (Brasil, 1996), e dos PCNs (Brasil, 1999), na tentativa de melhorar o ensino no país. Ainda há muito o que fazer, ouvir os professores, criar campanhas e projetos de trabalhos sérios, disponibilizar recursos, melhorar salários. Se cada um fizer a sua parte, a sociedade ganha como um todo.

Proporcionar ao aluno o estudo de conteúdos através de estratégias que permitam a ele viver em sociedade, ser um cidadão produtivo e ter a capacidade de abstrair. Esses tópicos são pontos de importância segundo os PCNs (Brasil, 1999: 22-28) e é por isso que o estudo da Astronomia foi escolhido. Tal assunto permite a abordagem e a observância desses itens.

Dentro desse contexto o estudo da Astronomia mostra-se importante no seu aspecto histórico, filosófico e prático, que permite ao aluno perceber a evolução do pensamento humano contextualizado social e politicamente. Além disso, a compreensão de fenômenos que ocorrem diariamente com nosso planeta e à nossa volta é importante para não sermos enganados com misticismos. Esta associação dos conhecimentos adquiridos nas aulas de Física com o mundo real, ou seja, o uso da Física para explicar fenômenos naturais, fazendo a conexão entre a sala de aula e a realidade, é essencial para a percepção clara e objetiva do estudo de Física.

A importância do estudo da Astronomia para a formação do cidadão, que passou despercebida durante tanto tempo (é uma matéria quase totalmente esquecida no Ensino Médio), está sendo cada vez mais enfatizada pelos educadores nos dias atuais. Isso fica evidenciado pelo fato de as orientações educacionais contidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais indicados por PCNs+ (Brasil, 2002: 78), incluírem como sugestão para a área de Física, o Tema Estruturador "Universo, Terra e Vida", que contempla a Astronomia, e que vai totalmente ao encontro da nossa proposta.

O objetivo desse trabalho foi a elaboração de um programa de atividades que pudesse ser utilizado por professores de Ensino Médio Regular. Esse programa contém alguns tópicos específicos da Astronomia que oportunizam trabalhar conceitos usualmente vistos na disciplina de Física, mas inseridos no contexto astronômico.

O tema central é o Sistema Solar, que é o local do universo onde vivemos, sendo de interesse da maioria das pessoas entender um pouco mais sobre ele. A própria abordagem constante da mídia nesse assunto serve de motivação aos alunos, os quais, invariavelmente, ouvem, lêem e vêem reportagens sobre o Sol, planetas, Lua e fenômenos envolvendo esses e outros astros. Com a seleção de um tema único delimitamos o conteúdo facilitando a abordagem e permitindo uma melhor exploração do mesmo, visto que o tempo disponível não é muito extenso.

Cabe salientar que apesar de a Astronomia estar tão presente no nosso cotidiano, inclusive em revistas, jornais e televisão, os livros didáticos do Ensino Médio restringem a abordagem desse tema ao estudo de gravitação e assuntos diretamente relacionados, como leis de Kepler e movimento de satélites (veja Apêndice C). Isso justifica a necessidade da elaboração de um material apropriado, o que nos motivou a realizar o trabalho aqui apresentado. Da mesma forma, a pesquisa e análise de artigos e dissertações já publicados sobre o tema mostraram que trabalhos como esse não são comuns, indicando que nossa escolha foi acertada.

## 2. ESTUDOS RELACIONADOS

Para corroborar a necessidade de elaboração de materiais mais atualizados e completos, fizemos um levantamento dos conteúdos de Astronomia contidos nos livros de Ensino Médio (Apêndice C). Nessa avaliação observamos que a maioria deles contém capítulos dedicados ao estudo da Gravitação Universal e Leis de Kepler, restringindo-se a esses assuntos.

No momento de decidir os assuntos que seriam abordados no trabalho me apoiei em referências como as Olimpíadas Brasileiras de Astronomia (Lavouras, 2005) e o site do Observatório Educativo Itinerante da UFRGS (OEI, 2005), uma vez que esses dois projetos são dirigidos à divulgação da Astronomia entre professores e estudantes do nível médio. Também devo me reportar a dois trabalhos divulgados no *New Trends in Astronomy Teaching*, os quais ajudaram na decisão de alguns tópicos a serem abordados nas aulas que elaborei. O primeiro deles está sob o título *Identificando e discutindo concepções alternativas de astronomia na sala de aula (Identifying and Addressing Astronomy Misconceptions in the Classroom, Comins, 1998)*. Nesse artigo, o autor identifica as fontes de concepções alternativas acreditando que essa identificação ajuda os estudantes a pensarem de forma mais crítica e fazerem a troca desses conhecimentos por aqueles considerados cientificamente corretos.

Concepções alternativas são crenças profundamente enraizadas e que são inconsistentes com as informações científicas aceitas. Mesmo quando o aluno conhece a informação correta, na grande maioria das vezes, apenas retém esse conhecimento para passar em testes, abandonando-os logo depois e retornando às suas concepções alternativas.

A classificação feita por Comins sobre as fontes de concepções alternativas é a seguinte:

- Concepções alternativas de fato: aquelas que o indivíduo recebe de fontes normalmente confiáveis incluindo professores, pais, outros adultos, textos de livros (nesse caso já existem condições e preconceitos da própria fonte).
- Informações da mídia: normalmente ela mostra o lado sensacional dos eventos em vez das informações realmente relevantes.
- Desenhos animados e ficção científica: para crianças pequenas são fontes de danos à intuição; nos adultos, ocorre uma suspensão de crenças em prol da diversão.
- Conceitos místicos: são aqueles adquiridos pela fé.
- Impressão lingüística: no cotidiano existem palavras que contêm mais de um significado, fato que não ocorre na ciência.
- Cosmologia pessoal: idéias associadas com origem, tamanho, localização, movimentos e idade do universo, do sistema solar, das estrelas e da Terra que cada indivíduo tem.
- Compreensão incompleta dos processos científicos: o público em geral não entende e não conhece as facetas dos processos científicos, a abordagem matemática, os modelos, as experimentações, a remodelagem, as explorações computadorizadas, etc; para a maioria das pessoas as informações científicas são completas, certas e imutáveis.
- Informações incompletas: as pessoas não conhecem todas as características de algum astro ou evento e tiram suas próprias conclusões.

- Informação sensorial mal interpretada: nossos sentidos não são imparciais, as sensações não são uniformes num mesmo indivíduo e nem iguais para todas as pessoas.
- Observações incompletas e desatentas: estar distraído e fazer uma observação pode levar a não observância de dados e fatos importantes.
- Antropomorfização: atribuir características humanas a astros celestes ou outros corpos desenvolve uma compreensão errada de como as coisas funcionam.
- Senso comum: julgamento prático independente de conhecimento especializado ou treinamento, o senso comum tem uma divergência crescente entre o que a maioria da população acredita e o que a ciência tem como correto. Dentro dessa categoria podemos identificar as generalizações, a unificação, a permanência (imutabilidade de mundo) e a escolha da explicação mais simples como as atividades mais usadas pelas pessoas na formação do senso comum.

Essa classificação serviu para clarear minhas idéias sobre as concepções alternativas. Com os exemplos e a análise do autor, foi possível perceber que ainda é necessário melhorar o ensino da Astronomia no Ensino Básico, já que os alunos saem com deficiências.

Reverter esse quadro da mente dos alunos não é tarefa fácil, pois as pessoas não gostam da idéia de que suas crenças estejam erradas. Outro fato é que alguns desses conceitos são usados para explicar mais de um fenômeno e alterar uma concepção implica em perder a referência de outros eventos. Além disso, no senso comum as pessoas dão pesos diferentes a um mesmo fenômeno.

Nesse processo de reversão é necessário convidar os estudantes a pensar sobre suas crenças antes de demonstrar a resposta correta. É importante fazê-los acreditar que as concepções alternativas são inviáveis e não implicam em estupidez. Mostrar aos estudantes a origem dessas concepções e que, com um certo esforço, elas podem ser modificadas.

Conseguir dismantelar essa gama de conhecimentos enraizados na estrutura cognitiva do aluno, segundo Comins, deve incluir o estudo do método científico e o desenvolvimento do pensamento crítico, ensinar o estudante a questionar a concepção correta e a incorreta e explorar os resultados.

O outro artigo que achei importante nas minhas decisões durante a elaboração do trabalho foi *Concepções alternativas dos estudantes de astronomia da Universidade de Plymouth, (Alternative frameworks amongst University of Plymouth Astronomy Students, Broughton, 1998)*.

Segundo esse autor, estudos sobre concepções alternativas em Astronomia são bastante comuns, principalmente aqueles que revelam idéias intuitivas desenvolvidas pelas crianças a respeito da gravidade, da forma da Terra, do Sol e de outros astros. Em sua pesquisa foram utilizadas descobertas anteriores estendidas para os estudantes da Universidade. Os assuntos abordados foram fases da Lua, eclipses do Sol e da Lua e a capacidade dos estudantes de se localizarem.

Para o autor existem dois tipos de crianças, aquelas que acreditam que a Terra é plana e com o tempo mudam a concepção para um planeta esférico; e as outras que agregam a segunda concepção formando uma idéia de que existem duas Terras. Nesse último modelo, na mente do aluno há uma Terra plana, na qual vivemos, e outra, esférica que flutua no espaço e que visualizamos

eventualmente. O mais comum é que na adolescência a idéia correta já está bem aceita e assimilada pelo jovem, tal fato e a idade em que isso ocorre, depende da cultura em que ele vive.

Na pesquisa citada, foi feito um questionário prévio para analisar o conhecimento dos alunos do curso de Astronomia da Universidade e a análise comparou as respostas do primeiro, segundo e terceiro anos do curso. No geral, os acertos crescem percentualmente conforme o ano. Contudo, apesar das questões serem sobre eventos de Astronomia Clássica e por isso, serem considerados básicos, e os alunos questionados estarem num curso de graduação em Astronomia, ainda assim, explicações erradas para os eventos foram registradas. Inclusive, foi possível identificar concepções pré-copernicanas em alguns alunos. O questionário foi modificado e enviado para estudantes de fora da universidade e os resultados foram similares. Uma avaliação final estava prevista para complementar a pesquisa. A conclusão foi que os alunos da Universidade de Plymouth deveriam receber aulas sobre conceitos básicos de Astronomia antes dos conceitos mais avançados, para prevenir a possibilidade de “encontrar estudantes aplicando a relatividade num universo ptolomaico” (Broughton, 1998).

Para minha dissertação foi importante constatar que a existência de concepções alternativas em Astronomia são comuns mesmo em estudantes de Ensino Superior. Sob a minha ótica era de se esperar que aqueles que realmente gostam do assunto, soubessem mais sobre ele, ou seja, estudantes que vão para um curso de Astronomia na Universidade não deveriam apresentar erros em conceitos de Astronomia Básica. De certa forma, essas leituras me incentivaram a dedicar o curso a conceitos de Astronomia Clássica sem medo de pecar pela simplicidade dos conteúdos escolhidos.

Alguns trabalhos do Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFRGS (MPEF) feitos anteriormente abordando o ensino de Astronomia, também foram importantes na elaboração do trabalho aqui exposto. É relevante salientar que são trabalhos complementares e com objetivos diversificados. Atendo-me a comentar um sobre Física Moderna para o Ensino Médio, e outro, com aulas para a oitava série do Ensino Fundamental.

Em *O uso da Astronomia como instrumento para a introdução ao estudo das radiações eletromagnéticas no Ensino Médio* (Schmitt, 2005), o colega Ms.César Schmitt elaborou aulas para o Ensino Médio usando a Astronomia como tema motivador, numa proposta estruturalmente similar a do trabalho aqui apresentado, mas focada noutro conteúdo. O objetivo das aulas era ensinar sobre ondas eletromagnéticas abordando tópicos de Física Moderna como dualidade onda-partícula, absorção e emissão de radiação por diferentes materiais, radiação do corpo negro. As atividades propostas incluem aulas práticas, pesquisas de internet e na biblioteca da escola, além de simuladores eletrônicos.

Também do MPEF da UFRGS podemos citar o trabalho *Astronomia: motivação para o ensino de Física na 8ª série* (Mees, 2004). Fundamentado nas teorias de Piaget, Vygotsky, Ausubel e Novak, o autor elaborou atividades diversas para serem aplicadas em sala de aula no último ano do Ensino Fundamental. Nessa dissertação as atividades procuram teorizar sobre a origem do Universo, sobre o tamanho relativo entre os planetas e o Sol, fazer uma breve análise histórica e o desenvolvimento científico. As aulas foram diversificadas com o uso de computadores, do laboratório, visita ao Planetário, aulas de vídeo e experimentos. Na seqüência das aulas os alunos trabalharam conceitos

de luz, cores, espelhos e lentes inseridos no contexto da Astronomia. Nesse trabalho, pré e pós-testes também foram utilizados.

O aprofundamento do trabalho de Mees não é igual ao desenvolvido no nosso material pois, o público alvo é diferente. Podemos dizer que essas dissertações são complementares, ambas ensinam tópicos de Astronomia com aulas diversificadas (uso de experimentos e tecnologias) contudo, o trabalho de Mees tem como público alvo os alunos que finalizam o Ensino Fundamental. O material da presente dissertação focaliza os formandos do Ensino Médio.

A preparação de material atualizado na área de ensino não pode deixar de contemplar o uso de novas tecnologias. As dúvidas e receios que envolvem o uso de recursos como vídeos e internet, são motivos de pesquisas e publicações.

Moran (200-?a) defende que não podemos pensar que TV e vídeo são artifícios ultrapassados e sim, devemos nos dar conta da importância que esses recursos têm no cotidiano dos alunos. O uso da internet pode ser feito de diversos lugares, e não só na escola. Isso significa que a informação pode ser acessada de qualquer lugar mas, o uso dela de forma inteligente exige uma orientação. O professor deve auxiliar o aluno a interpretar, relacionar e contextualizar a informação recebida pois, só assim, ela será útil. Veja o que esse autor diz (Moran, 200-?b) no item intitulado

#### **Educar com Tecnologias:**

*“Aprendemos mais combinando de forma equilibrada a interação e a interiorização. As pessoas estão tão solicitadas pela ação externa, que se esquecem de si mesmas, estão todo o tempo navegando, viajando, todo tempo falando com as pessoas, indo de um lugar para outro, estão sempre ocupadas. Então, aprende-se hoje muito pela interação, mas esquecemos que o conhecimento só se faz forte, só se consolida quando o reorganizamos dentro da nossa própria perspectiva, do nosso universo, do nosso repertório, do nosso contexto e, para isso, precisamos ter o nosso tempo, o nosso dia, ter também a capacidade de olhar para nós mesmos, de encontrar tempo para meditar no sentido mais amplo, não somente religioso, e isso muitos adultos e também crianças não o têm. Esse, para mim, é um dos grandes problemas. Temos muita informação e pouco conhecimento. As pessoas procuram informações, navegam nos sites. O conhecimento não se dá pela quantidade de acesso, se dá pelo olhar integrador, pela forma de rever com profundidade as mesmas coisas. Para conhecer o mundo, não é preciso viajar muito. Basta enxergar o mundo a partir de onde você está, com um olhar um pouco mais abrangente. Não é só correr mundo, isso também é bom, mas se fosse assim os agentes de viagem seriam grandes sábios. O conhecimento também se dá pela interiorização e pela observação integradora.”*

O uso das tecnologias em sala de aula serve de apoio à exposição do professor e pode ser usada como organizador prévio, facilitador da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa como mostra Rosa (2000), em *O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências*. É por isso que aulas utilizando esses recursos devem ser muito bem planejadas.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 As Teorias de Aprendizagem

Este capítulo apresenta o marco teórico do trabalho e foi totalmente baseado nos livros “Uma abordagem cognitivista ao Ensino da Física” (Moreira, 1983) e “Teorias de Aprendizagem” (Moreira, 1999).

Quando teorizamos um assunto, estamos procurando organizar as idéias sobre a área em questão, explicá-la, identificar o que será observado, desenvolver técnicas para resolver problemas.

As teorias de aprendizagem não são diferentes, buscam sistematizar a aprendizagem. Podemos identificar ao longo da história três linhas de pensamento sobre esse assunto, a comportamentalista, a humanista e a cognitivista.

A filosofia comportamentalista aponta para um aprendizado baseado em estímulos externos, de maneira que um determinado comportamento é repetido se a consequência for boa. Se controlarmos os eventos posteriores a determinada atitude, poderemos ensinar algo ao aluno.

Os pesquisadores cognitivistas focalizam sua teoria em como o indivíduo conecta estímulo e resposta. A preocupação destas teorias está na cognição, isto é, como o aluno percebe o mundo em sua mente, como ele toma decisões, como ele compreende o que ocorre.

De acordo com as teorias construtivistas o conhecimento é construído pelo indivíduo de forma que ele conheça, interprete e represente o mundo. É necessário compreender o mundo, não, simplesmente, responder a ele. Desta forma, o aluno é agente da construção do conhecimento e não um mero receptor de informações.

O enfoque dos humanistas é, primeiramente, levar em conta a realização pessoal do indivíduo. O aluno deve ter crescimento pessoal, seus pensamentos, sentimentos e ações devem sofrer alterações para que ocorra aprendizado.

O presente trabalho usa como fundamentação teórica para o desenvolvimento das atividades os autores Vygotsky, Ausubel e Novak. Os dois primeiros são classificados como cognitivistas/construtivistas. Já o terceiro autor, Novak, é coerente com as idéias de Ausubel, porém adota um enfoque mais humanista.

##### 3.1.1 A Teoria de L. S. Vygotsky

É possível identificarmos os três pilares da teoria “vygotskiana” no diagrama abaixo:

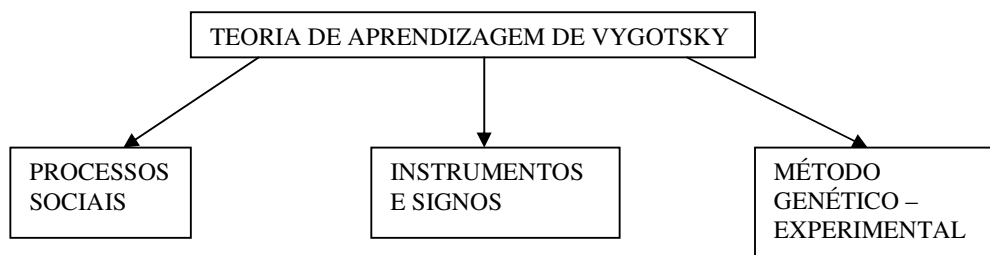




Figura 3.1: Esquema representativo dos alicerces da Teoria de L. S. Vygotsky

Para Vygostky (Moreira, 1999), a internalização, isto é, a forma com que o indivíduo aprende algo externo é fundamentada na capacidade de mediação entre as relações e eventos sociais e o desenvolvimento dos processos mentais superiores que incluem pensamentos, linguagem, capacidade de abstração. Desta forma, podemos perceber que na teoria de Vygotsky a socialização leva ao aprendizado e não o contrário.

Para tornar viável essa mediação, o ser humano utiliza-se de instrumentos, que caracterizam-se por serem usados para fazer algo, e de signos, que são representações de alguma coisa. Os signos podem ser indicadores, icônicos ou simbólicos.

Tanto os instrumentos quanto os signos são construídos socialmente, ao longo da história e conforme a cultura local. Quando o ser humano consegue se apropriar deles, ocorre o desenvolvimento cognitivo. O desenvolvimento das funções mentais e dos processos psicológicos no ser humano são típicos e nos diferenciam do restante dos animais.

A manifestação de qualquer função ocorre socialmente e depois é interiorizada pelo indivíduo, quanto mais signos são internalizados, maior a capacidade de realizar operações psicológicas em número e complexidade. Toda a capacidade cognitiva de um ser humano tem início nas relações sociais.

Essas relações implicam num envolvimento de ambas as partes, considerando o mínimo de duas pessoas para que ocorra uma socialização, é necessário que ambas participem ativamente do processo. Isso não significa que o grau de envolvimento deva ser idêntico, mas o fluxo de experiências e conhecimentos deve fluir em ambas as direções.

As palavras são classificadas como signos lingüísticos, em cada cultura as palavras têm seu significado e são construídos socialmente. Internalizar essas palavras é essencial ao indivíduo que quer aprender. Captar o significado dos signos, nesse caso, das palavras, é o que permite ao aluno desenvolver-se mentalmente.

A inteligência prática e abstrata é algo que surge ao convergirem a fala e a atividade prática. Essas características, puramente humanas, surgem com o desenvolvimento intelectual que dependem da descontextualização, por isso, a linguagem é essencial nesse processo. Dominar a linguagem abstrata dá subsídios para o desenvolvimento do pensamento. A capacidade de utilizar os instrumentos desenvolve a inteligência prática e o uso dos signos e seus sistemas permitem o desenvolvimento da inteligência abstrata.

A capacidade de expressão por linguagem falada é, para Vygotski, o desenvolvimento do uso de sistema de signos mais importante que existe. A fala inicia como um processo social, pois, desenvolve-se para a comunicação evoluindo para a fala egocêntrica, a qual media ações e por fim, resulta na fala interna. Quando o indivíduo alcança esse nível sua capacidade de compreender objetos e eventos se torna real e o mundo faz sentido para ele. Nesse momento, ele é capaz de abstrair independentemente do meio externo.

Para que essa apropriação de conceitos e signos seja efetiva, é necessário que ela ocorra na Zona de Desenvolvimento Proximal, a qual é extremamente ativa e mutante. Essa zona está localizada entre a capacidade real do indivíduo em resolver problemas sozinho e sua capacidade de

resolver problemas sob a supervisão de outros mais capazes. Para que ocorra aprendizagem é necessário que a interação social ocorra dentro da Zona Proximal e é o social que determina o limite superior dessa região, isto é, brincadeiras, ensinamentos formais e informais, trabalho. De qualquer forma, a interação social é o mais importante.

O terceiro pilar da teoria abordada é o *método genético-experimental* fundamentado em observar indivíduos na solução de problemas. O indivíduo deverá estar engajado nas mais variadas atividades possíveis de serem observadas sem, no entanto, haver controle de muitas variáveis. Os níveis de experimentação são três: o primeiro colocava obstáculos na solução do problema; o segundo, introduzia auxílio externo para a solução do problema e o terceiro, lançava problemas que estivessem acima do nível de conhecimento e habilidades das crianças testadas. Nesse método o mais importante era a observação das atitudes, como as crianças agiam e interagiam, a solução final ficava em segundo plano.

Segundo a teoria de Vygotski é somente na adolescência que a base psicológica do processo de formação de conceitos fica pronta. O adolescente pensa *por complexos*, o que significa que ele agrupa objetos que de forma subjetiva e real tenham relações entre si. Essas relações podem ser associadas a atributos comuns (relação associativa), por atributos complementares (relação de coleção) ou ainda, associações por relação de atributos (relação em cadeia). Com o desenvolvimento da complexidade das relações a criança (adolescente) está apta a perceber pseudoconceitos que é o caminho para o pensamento adulto.

Nessa teoria, na qual a formação de conceitos é essencial para o desenvolvimento cognitivo, cabe salientar que a interação social promove a aprendizagem e, graças a ela, o indivíduo se desenvolve cognitivamente. Cabe ao professor servir de mediador na aquisição de significados, promover a socialização de conceitos com a finalidade de serem apreendidos pelos alunos. Como conhecedor dos significados a serem captados pelos alunos, o professor deve verificar se o significado captado está correto. Ao aluno cabe a verificação de que aquilo que foi internalizado condiz com o que foi exposto. Para Vygotski é claro que a troca de informações nas relações sociais é primordial para a aprendizagem e conseqüentemente, para a cognição se desenvolver. Como essa internalização vai ocorrer no aluno, não é objeto de estudo dessa teoria.

### **3.1.2 A Teoria de David Ausubel**

Podemos dizer que a teoria "ausubeliana", em linhas gerais, aborda a cognição, ou seja, o armazenamento organizado de informações na estrutura cognitiva do indivíduo. É nessa estrutura que ocorre o armazenamento e a integração dos novos conhecimentos que se apóiam em conceitos pré-existentes na estrutura. Desta forma, toda a estrutura se modifica dando origem a um novo complexo cognitivo.

Para Ausubel (Moreira, 1983 e 1999) a estrutura cognitiva é uma seqüência organizada de conceitos na qual existem informações que servirão de base para novos conhecimentos. Essas informações de base são chamadas de *subsunçores*. Os subsunçores podem ser limitados ou bem desenvolvidos dependendo da freqüência com que são usados para promover a *aprendizagem*

*significativa*. Ao servirem de base para novos conhecimentos eles se modificam e se aprimoram de forma que se tornam mais elaborados e mais eficientes como subsunçores futuros. Por exemplo, para que um aluno compreenda a aceleração é necessário já conhecer os conceitos de velocidade, variação de velocidade e intervalo de tempo.

Se os novos conceitos a serem aprendidos não estiverem apoiados em conhecimentos anteriores a aprendizagem será *mecânica* e não *significativa*. Na aprendizagem mecânica há pouca ou nenhuma conexão com os subsunçores, isto é, não há *interação* entre os novos conhecimentos e os conceitos pré-existentes. É essencial que os conhecimentos prévios sofram alterações para que a aprendizagem seja significativa.

Segundo essa teoria é plausível que a aprendizagem seja mecânica quando a área de conhecimento é totalmente nova ao aluno, neste caso, conforme alguns conhecimentos vão sendo adquiridos tornam-se subsunçores que aos poucos vão se tornando mais complexos e completos para servirem de base para a aprendizagem significativa. Quando o subsunçor já existe, o que pode ser feito é ativá-lo e aprimorá-lo com o recurso dos *organizadores prévios* que são mostrados ao aluno antes do conteúdo propriamente dito. Esse material é mais abrangente e geral e serve para estimular e preparar a estrutura cognitiva para a aquisição de novos conhecimentos de forma significativa. Os organizadores prévios devem ser elaborados de forma que sejam menos inclusivos e com um nível mais alto de abstração que o material propriamente dito. Ele pode ser um texto, uma discussão, um filme.

A aprendizagem pode ocorrer tanto por recepção, quando o aluno recebe o conteúdo já na sua forma final, quanto por descoberta, quando ele deverá descobrir o que deve ser aprendido. Todavia, em ambos os tipos de aprendizagem é necessário a interação com os subsunçores para caracterizar a aprendizagem significativa.

Não é fato que a aprendizagem por recepção é mecânica e a por descoberta significativa. Para Ausubel, quando bem empregadas, as duas formas de aprendizagem podem ser significativas. Podemos exemplificar no estudo da Física o conhecimento de uma lei que é dada pronta ao aluno, não é necessário que ele a descubra para que possa compreendê-la e usá-la. Na verdade, seria inviável fazer os alunos redescobrirem todos os conteúdos a serem compreendidos.

Outro fato importante a ser comentado é que alguns defensores do “método por descoberta” defendem o uso do laboratório como primordial, contudo nos laboratórios convencionais praticamente não há descoberta. Podemos exemplificar duas situações em que a aprendizagem por descoberta é bem presente: no nosso cotidiano e na fase pré-escolar.

Na vida diária vamos descobrindo e aprendendo a solucionar problemas usando concomitantemente os conceitos aprendidos por recepção. Numa mesma tarefa, pode haver a alternância e a combinação das duas formas de aprendizagem.

Se nos detivermos na vida escolar do aluno, devemos então perceber que na idade pré-escolar o método utilizado é o indutivo de forma empírica. Há necessariamente o ato de fazer, tocar, experimentar. Portanto, podemos dizer que nessa fase ocorre aprendizagem por descoberta ocorrendo o que chamamos de *formação de conceitos*. Conforme o aprendiz cresce e se desenvolve cognitivamente, seus processos psicológicos tornam-se mais evoluídos permitindo uma apresentação

de conceitos de forma verbal, não empírica. Com a maturidade cognitiva do indivíduo ele consegue integrar esses novos conhecimentos sem a necessidade da descoberta ou da experimentação.

As crianças ao atingirem a idade escolar já possuem um conjunto de conceitos formados que permite a aprendizagem significativa por *assimilação de conceitos*, para Ausubel, esse armazenamento de informações deve ocorrer de forma altamente organizada onde os elementos mais específicos ligam-se aos mais gerais formando uma espécie de hierarquia.

Na aprendizagem significativa sempre ocorre uma alteração do novo conceito, portanto não se deve exigir do aprendiz uma reprodução *exata* do que foi apresentado, pois ao fazê-lo estaríamos desestimulando a aprendizagem significativa.

Na teoria ausubeliana a interação dos conceitos ocorre com proposições específicas da estrutura cognitiva e é um crescente, ou seja, é um processo dinâmico em que a estrutura cognitiva está se modificando sempre. Da mesma forma, a dissociabilidade do novo conceito assimilado e do subsunção é um processo progressivo e não simplesmente uma substituição.

Até agora citamos os argumentos da teoria de Ausubel referentes à estrutura cognitiva do indivíduo. É necessário então, promovermos uma análise do material a ser conhecido porque, para a teoria, em questão a aprendizagem só é significativa se o material a ser aprendido é *potencialmente significativo*. Neste caso, ele precisa ser *logicamente significativo*, ou seja, as idéias envolvidas devem ter domínio dentro da capacidade humana de aprender. O material não deve ser aleatório e arbitrário e deve de forma substantiva e não-arbitrária fazer conexão com a estrutura cognitiva do indivíduo.

O significado lógico é algo inerente ao próprio material e depende da natureza dele. Ser logicamente significativo é quando o material é passível de se relacionar com as idéias significativas existentes no domínio intelectual humano. Os conteúdos escolares raramente são isentos de significado lógico.

Para que a aprendizagem significativa ocorra é necessário que o indivíduo possua o conjunto de idéias adequado, ou seja, que transforme o significado lógico do material a ser aprendido em significado psicológico. Esse processo é completamente idiossincrático, portanto, depende do indivíduo. Contudo, a comunicação interpessoal e a compreensão de conceitos de forma social é possível, pois os significados são compartilhados, isto é, há semelhança no significado de um indivíduo para outro.

Outra condição para a ocorrência da aprendizagem significativa é a disposição do aluno em fazer as interações necessárias. O aluno deve estar disposto a relacionar de forma substantiva e não arbitrária os novos conceitos com sua estrutura cognitiva fazendo com que o conteúdo novo interaja com os subsunções de sua mente. Se o objetivo for simplesmente a memorização, a aprendizagem será mecânica.

Nas suas formas mais básicas, a aprendizagem significativa pode ser representacional ou de conceitos. Com a evolução do aprendiz e da maturidade do indivíduo, é necessário que ele consiga dar significado a palavras combinadas que numa sentença representem conceitos. Estamos falando da *aprendizagem proposicional*, pela qual o indivíduo deve aprender o significado das idéias expressas verbalmente sob a forma de uma proposição. É fundamental que o aprendiz saiba o

significado das palavras que estão na proposição em questão e, por isso, a aprendizagem representacional é primordial.

É importante salientar que independentemente da forma de aprendizagem significativa que pode ser representacional, de conceitos ou proposicional, é necessário a interação com a estrutura cognitiva do aprendiz. O material deve ser potencialmente significativo, ter significado lógico, o aluno deve ter subsunçores adequados e estar disposto a fazer a apreensão dos conceitos em questão.

No momento de avaliar o que o aluno aprendeu, Ausubel enfatiza a importância de usar questões e problemas novos e diferentes daqueles trabalhados em aula. É interessante e mais indicativo de uma aprendizagem significativa se o aluno mostrar a capacidade de resolver problemas e encontrar soluções distintas daquelas feitas em conjunto com o professor e encontradas no material didático apresentado. Diversificar o texto, alterar o contexto vai exigir do aprendiz transformar o conhecimento adquirido em seu grau máximo.

A argumentação de Ausubel é que a solução de “problemas típicos” não indica certeza de aprendizagem significativa, pois pode ser mera memorização. Possuir significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis é essencialmente compreender conceitos, usá-los de forma integrada com outros já apreendidos, promovendo resoluções de problemas dos mais variados sobre um determinado assunto é indicação de que houve aprendizagem significativa.

Afirmar categoricamente que um aluno não aprendeu significativamente um conteúdo se ele não consegue resolver problemas também é duvidoso. Muitas vezes outras habilidades são exigidas na solução que o conhecimento dos conceitos envolvidos. Segundo o autor uma forma importante de testar a aprendizagem é a verbalização, em alguns casos somente ela consegue indicar a aprendizagem significativa. Ausubel também sugere a diferenciação de idéias, a identificação de elementos de um determinado conceito, além de tarefas seqüenciais que exijam do aprendiz a compreensão significativa dos conceitos iniciais para que ele consiga seguir nas tarefas subseqüentes.

Depois de toda essa análise da teoria ausubeliana, percebe-se que a estrutura cognitiva do aprendiz é o fator determinante no momento de aprendizagem. A influência que deve ser programada pelo educador precisa ser substantiva e programática. A primeira abrange a apresentação de conceitos unificadores e inclusivos com maior poder explanatória e propriedades integradoras. A segunda abordagem deve conter métodos adequados para ministrar o conteúdo incluindo a ordenação apropriada para o aprendiz.

### **3.1.3 A Teoria de Joseph D. Novak**

Partimos agora para o entendimento da “teoria de educação” do Joseph D. Novak, na verdade, uma extensão da teoria de aprendizagem de Ausubel. A proposta de Novak é mais abrangente e encara o ser humano como indivíduo pensante, sensível e atuante (Moreira, 1999).

Num ambiente de sala de aula, educador e educando agem trocando significados e sentimentos caracterizando um evento educativo. Esse evento é constituído de aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação.

É importante observar que a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel é parte integrante da teoria de educação de Novak. Aprender significativamente não é aprender corretamente o significado científico de algo. Um aluno pode, significativamente, aprender conceitos incorretos para a comunidade científica. Estar pré-disposto a aprender é atitude facilitadora da aprendizagem, da mesma forma, todo o conhecimento prévio influencia na aprendizagem de novos conceitos. Neste contexto, apresentar ao aluno uma aula bem planejada é ponto a favor para que a aprendizagem significativa de conceitos corretos aconteça, sendo importante lembrar que aquilo que for aprendido significativamente é muito resistente a mudanças.

Na presente teoria fica claro que, num evento educativo, ocorre uma experiência afetiva. Para que haja uma predisposição a aprender o aluno deve manter um relacionamento afetivo com o que deve ser aprendido. Desta forma, relacionar os conteúdos com a realidade social do aluno é um item importante e, segundo Novak, é indispensável para a aprendizagem. Para chegarmos ao engrandecimento humano, quando a aprendizagem significativa ocorre deve haver a integração construtiva de pensamento, sentimento e da ação.

Para o presente trabalho a compreensão da teoria de Novak até esse ponto é suficiente. Os outros detalhes da teoria são irrelevantes para as práticas desenvolvidas.

### **3.2 As Bases Teóricas e o Trabalho Desenvolvido**

No presente trabalho é possível relacionar intimamente o que foi desenvolvido com a teoria “vygotskiana”. Em primeiro lugar a base das aulas elaboradas é a interação social, podemos observar interação professor-aluno, aluno-professor e aluno-aluno. A concepção de *aula* que utilizei é aquela em que ocorre uma explanação do professor, intercalada por interrupções por parte dos alunos, para perguntas e relatos pessoais. As atividades em grupo, onde a participação de todos é importante e estimulada, também foram trabalhadas.

A Física é caracterizada por utilizar signos que representam grandezas e unidades de medida dessa forma, fazer com que os alunos compreendam essa linguagem simbólica é importante para que alguns pontos da matéria sejam compreendidos. Assim, a relação professor-aluno com o intuito de fazer o aluno internalizar os signos utilizados pela Física também foi promovida através de aulas expositivas, textos explicativos, exemplos resolvidos e exercícios.

As aulas expositivas onde ocorre participação de ambos os lados, do professor e do aluno, são de grande importância para que o aluno consiga desenvolver sua inteligência prática e abstrata. Fundamentada na teoria de Vygotsky, foi feito um trabalho de troca de idéias com os alunos em alguns momentos das aulas, quando eles eram instigados a *falar*, a verbalizar experiências pessoais, conceitos utilizados nas aulas, fazer e responder perguntas pertinentes ao assunto. O objetivo desses momentos de verbalização era a convergência entre a prática e a fala de forma a promover o desenvolvimento dos processos mentais superiores.

No adolescente, promover a unidade entre a inteligência prática (uso de instrumentos) e o uso de signos é a essência para o comportamento complexo de pensar e aprender (Moreira, 1999). Da mesma forma, promover o desenvolvimento da fala interna, ou seja, permitir ao indivíduo abstrair

e sair do contexto em que vive foi o objetivo dos textos e trabalhos para casa. É quase impossível o adolescente conseguir esse feito em sala de aula devido ao número de pessoas, ao barulho e à movimentação constante. É necessário, portanto, que haja um momento de fala interna, que ele consiga trabalhar os conceitos abordados e com seu esforço, internalizar os instrumentos e signos compreendendo conceitos e eventos mencionados.

Finalmente, podemos justificar mais uma vez a escolha do tema, a Astronomia. Não há desenvolvimento cognitivo sem aprendizado e este não ocorre sem a interação social. Todo o indivíduo se desenvolve num contexto social, histórico e cultural e trazer para a sala de aula um assunto passível de ser tratado sob esses três aspectos é importante. Por isso, nosso enfoque inicial do tema foi justamente a abordagem histórica de forma que o estímulo inicial fosse interessante sob o ponto de vista do aluno.

Na teoria de David Ausubel o objetivo é a compreensão de como ocorre o processo de apreensão de novos conceitos e significados na estrutura cognitiva do aluno, para ele é necessário haver bases nessa estrutura (subsunçores) que façam a conexão do novo material com a estrutura já existente caracterizando assim a aprendizagem significativa. Para que ela ocorra, o material a ser aprendido deve se conectar à estrutura cognitiva já existente no aluno. De fato, deve haver subsunçores que conectem o novo conhecimento à estrutura do aprendiz. É necessário um símbolo, uma imagem, um conceito já significativo que permita a conexão com o novo conceito a ser aprendido de forma não-arbitrária e não literal. Esse tipo de material é chamado *potencialmente significativo*.

Aplicando essas idéias ao trabalho desenvolvido, podemos dizer que a Astronomia é um material potencialmente significativo, pois os alunos sempre têm em sua estrutura cognitiva algo significativo sobre o assunto. É praticamente impossível eles não terem nada que sirva de subsunçor para ancorar novos conhecimentos sobre a Astronomia, visto que, na sua história escolar eles já estudaram esse assunto no Ensino Fundamental. Além disso, a mídia diariamente se reporta a conteúdos relacionados ao tema mencionado.

Para que essa potencialidade seja completa, de acordo com Ausubel, é necessário que o aluno esteja disposto a relacionar substantivamente, e não-arbitrariamente, o material com sua estrutura cognitiva. Como boa parte dos alunos demonstra real interesse em entender os conceitos e fenômenos relacionados ao tema, espera-se que a memorização arbitrária e literal fique em segundo plano. Se a intenção do aluno for memorizar de forma arbitrária e literal o conteúdo, teremos simplesmente aprendizagem mecânica.

O contexto no qual o trabalho foi desenvolvido pode ser relacionado com as idéias de Novak. A escola é progressista e prioriza a interação da matéria a ser trabalhada e a realidade social. Relacionar a realidade do aluno com a teoria e tratar o evento pedagógico como algo mais do que simplesmente um contato profissional frio e cronometrado, é necessário. A filosofia da escola orienta os professores a ver a sala de aula como um ambiente onde pessoas sensíveis, que pensam e atuam estão presentes. Desta forma, a afetividade, o relacionar-se com os outros e com o mundo, também são pontos considerados na avaliação dos alunos. Seu engrandecimento como ser humano sociável, produtivo e feliz é o objetivo maior.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 O Contexto

O trabalho foi desenvolvido numa instituição particular, a Escola Técnica Meta, que proporciona cursos de Ensino Básico nas modalidades Regular, de Jovens e Adultos (EJA) e A Distância (EAD). Fui contratada em agosto de 2000 e logo algumas mudanças de currículo do Ensino Médio Regular foram efetuadas, sendo uma delas a inclusão da Astronomia no último semestre de Física, uma decisão conjunta entre direção e corpo docente.

Pedagogicamente, nossa escola caracteriza-se por ser progressista, voltada para a interação dos conteúdos com a realidade social, utilizando métodos que relacionem a experiência do aluno com a teoria a ser aprendida. Nessa escola as salas são do tipo "ambiente" buscando condições e sugestões visuais para que o aluno tenha a possibilidade e a motivação necessária para aprender. As salas ambiente foram projetadas e decoradas com motivos de cada disciplina. Por exemplo, temos um Laboratório de Ciência e Tecnologia que é a sala dedicada à Física e a Química, onde estão expostos trabalhos das respectivas disciplinas e materiais para experimentos. Outro exemplo é o Laboratório de Biologia, local onde são encontrados utensílios e trabalhos dessa disciplina.

O regime de trabalho é semestral, sendo o Ensino Médio composto de seis semestres. A disciplina de Física é desenvolvida nos seis semestres, com carga horária total de 280 horas. O semestre dedicado à Astronomia é o sexto, caracterizado de *Etapa 6*, com carga horária de 40 horas distribuída em 2 períodos por semana de 1 hora cada um. Como nessas 40 horas estão incluídas as provas e as recuperações, nosso programa foi planejado para 30 horas.

Quanto à avaliação, a escola prioriza a análise quantitativa (nota) com uma visão abrangente, levando em conta os aspectos cognitivos e o crescimento pessoal do indivíduo, como participação em aula, realização de tarefas propostas fora do horário escolar, verbalização de conhecimentos, assiduidade e relacionamento com colegas e professores.

Apesar da escola não dispor de muitos recursos financeiros, tínhamos à disposição um laboratório de informática que, durante a metade do curso, aproximadamente, esteve funcionando. Ao longo do semestre alguns computadores foram estragando e, não havendo recursos para o conserto, a direção resolveu fechar o laboratório. Isso inviabilizou a efetivação de parte de nossa proposta inicial, que incluía a realização de testes virtuais.

### 4.2 Organização dos Conteúdos

O conteúdo programático tem como tema central o Sistema Solar e foi dividido em 3 Módulos. O título, a duração e os conteúdos de cada módulo estão na Tabela 4.1. No Apêndice B estão as atividades elaboradas em cada aula, sendo que cada uma teve a duração de 120 minutos.



Tabela 4.1: Título, duração e distribuição de conteúdos dos Módulo 1, 2 e 3

<b>SISTEMA SOLAR</b>	<b>CONTEÚDOS DO MÓDULO</b>
<b>Módulo 1</b> <b>Os Planetas e Corpos Menores do Sistema Solar</b> <i>Duração de 14h</i>	Histórico e Movimento dos planetas – Leis de Kepler (Aulas 1, 2 e 3 do Módulo 1) Gravitação Universal (Aula 4 do Módulo 1) Características físicas dos planetas, Distâncias Astronômicas (Aula 5 do Módulo 1) Asteróides e cometas (Aula 6 do Módulo 1) Paralaxe (Aula 6 e 7 do Módulo 1)
<b>Módulo 2</b> <b>Interação Sol – Terra – Lua</b> <i>Duração de 11h</i>	Fases da Lua (Aula 1 do Módulo 2) Eclipses e Marés (Aula 2 do Módulo 2) Estações do Ano (Aula 3 do Módulo 2) Movimento aparente dos astros e Auroras (Aula 4 do Módulo 2) Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS (Aula 5 do Módulo 2)
<b>Módulo 3</b> <b>Estrutura e Evolução do Sol</b> <i>Duração de 5h</i>	Formação do Sol e do Sistema Solar, Características da sua estrutura físico-química do Sol (Aula 1 do Módulo 3) Evolução Estelar (Aula 2 do Módulo 3)

### 4.3 Os Testes

Como o programa apresentado foi dividido em três módulos, os testes realizados antes e depois dos conteúdos ministrados também foram três, um para cada módulo. Cada teste foi elaborado com questões objetivas sobre os conteúdos que seriam abordados no respectivo módulo. O mesmo teste foi utilizado antes e depois da aplicação das atividades.

O primeiro deles, Pré e Pós-Teste do Módulo 1 (Apêndice A.1), é constituído de 20 questões abordando assuntos como órbitas planetárias, distâncias astronômicas, características gerais do Sistema Solar, tipos de astros e corpos menores do Sistema Solar.

No Apêndice A.2 encontramos o Pré e Pós-Teste para o Módulo 2. Ele é composto por 12 questões que versam sobre estações do ano, fases da Lua, eclipses, movimento diário dos astros, campo magnético terrestre, auroras, marés.

No terceiro módulo construímos 11 questões apresentadas no Apêndice A.3. Elas abordam características gerais das estrelas e sua evolução, bem como propriedades do Sol.

Outra observação cabível é sobre os testes utilizados e aqueles apresentados no material de apoio. O Apêndice A mostra os testes aplicados em sala de aula, os quais sofreram uma análise criteriosa depois de sua utilização. Verificamos a necessidade de que algumas questões fossem alteradas ou retiradas por não estarem suficientemente claras. Os testes constantes no material de apoio (Apêndice B) já foram corrigidos.

### 4.4 O Módulo 1

O módulo introdutório foi nomeado de Os Planetas e Corpos Menores do Sistema Solar. A previsão do cronograma inclui 7 aulas mas, no material são encontradas 8, pois incluí uma aula extra ou que substitua uma das sete selecionadas para compor o módulo original. Cada aula é elaborada para duas horas de duração. Todo o material elaborado para este módulo é apresentado no Apêndice B – Módulo 1.

Após as apresentações e algumas recomendações, expliquei aos alunos que o trabalho que seria desenvolvido ao longo do semestre fazia parte de uma pesquisa de mestrado e que eles fariam parte disso. Em seguida, o pré-teste do Módulo 1 foi aplicado.

Para dar início aos conteúdos escolhemos uma abordagem histórica, através do texto “Dos Primórdios a Kepler”, que resume essa parte da história da Astronomia, comentando sobre os feitos de diversos filósofos e cientistas. A aula ministrada foi expositiva, com o uso de transparências com imagens das pessoas citadas e esboços de suas idéias.

A aula foi finalizada com o fornecimento de um texto sobre as Leis de Kepler, em conjunto com um questionário de 12 perguntas dissertativas sobre o mesmo assunto (ver Aula 1 do Módulo 1). O objetivo desse tipo de encerramento foi fornecer um “gancho” para a aula seguinte.

A aula seguinte foi utilizada para correção do questionário da aula 1 e logo em seguida discorrer sobre as Leis de Kepler; o texto que foi fornecido aos alunos não havia as figuras explicativas, estas foram colocadas no quadro conforme a exposição do assunto ia acontecendo. Para complementar o estudo e verificar, matematicamente, a eficácia das leis estudadas, problemas foram propostos para que os alunos treinassem interpretação de texto e seus conhecimentos matemáticos. O auxílio do professor durante esse processo é essencial mas, infelizmente, atender turmas muito numerosas é complicado, invariavelmente, alguns alunos não conseguem ser atendidos adequadamente. Os problemas também são encontrados no Apêndice referido.

A aula número 3 foi dedicada a corrigir os problemas propostos na aula 2 e a realizar uma atividade de internet que serviu para corroborar os estudos anteriores. Um roteiro específico foi fornecido aos alunos que, em duplas, responderam as 12 questões utilizando um site com simuladores das Leis de Kepler (Nasa Observatorium, 1998). Para que a atividade obtenha sucesso, é imprescindível uma discussão em grupo com a orientação do professor para esclarecer dúvidas e dar oportunidade aos alunos de verificarem suas respostas.

Outra observação importante é que essa atividade não pode ser feita com pressa e o ideal é que o professor esteja junto ao aluno. É natural do adolescente ser afoito e querer finalizar a tarefa de forma rápida, acarretando em erros grosseiros, principalmente por falta de atenção.

A aula 4 foi constituída de uma exposição sobre Galileu e Newton, culminando numa abordagem sobre a Lei do Inverso do Quadrado da Distância e posterior dissertação sobre a Lei da Gravitação Universal e satélites. Um texto foi fornecido aos alunos, contendo a abordagem histórica e matemática sobre os temas mencionados. Sugestivamente, problemas são propostos, bem como questões de revisão perfazendo um total de 20 exercícios, os quais podem ser encontrados no anexo referido. O objetivo desses exercícios foi o de desenvolver o raciocínio lógico e rever os conceitos já trabalhados.

Na seqüência a atividade executada foi uma prática. Os alunos construíram em grupos de três ou quatro componentes um Sistema Solar em escala de distâncias. A tarefa inicial era construir uma tira de papel que eles não sabiam para que serviria. Conforme eles foram concluindo essa etapa inicial, mostrei como deveriam seguir para finalizar o trabalho.

Naturalmente, durante o processo surgem muitas perguntas sobre os planetas como tamanho, cor, características da superfície e da atmosfera, número de luas e várias outras dúvidas que eu

procurava esclarecer imediatamente, pois a aula era dedicada para esse fim. É por esse motivo que na Aula 5 além de haver o roteiro da atividade prática há um texto de apoio ao professor. Cabe ressaltar que no texto contido no Apêndice B já foi feita a correção sobre o número de planetas do Sistema Solar e a classificação de Plutão.

Na verdade, durante a aplicação do trabalho eu anotei informações gerais sobre os planetas para repassar verbalmente aos alunos, de forma que esse texto foi elaborado depois. A sugestão é que o professor utilize as informações do texto para sua informação pessoal e repasse oralmente aos alunos ou, se preferir, pode fazer cópia para os estudantes.

As figuras 4.1 e 4.2 ilustram alguns momentos da realização dessa atividade:



Figura 4.1: Alunos desenhando na tira de papel



Figura 4.2: Alunas verificando as medidas

Revisar e voltar ao que já foi visto é importante, por isso, utilizamos o momento seguinte para corrigir os exercícios sobre a aula de Galileu e Newton. Para seguir no conteúdo e diversificar as atividades passamos o vídeo “Cometas, Meteoritos e Asteróides” da série Galáctica (1996a). O uso de filmes em sala de aula é motivador da aprendizagem. Podemos verificar em Clebsch (2004) que os resultados são positivos e os depoimentos dos alunos confirmam o interesse deles em atividades que envolvam filmes e *cartoons*.

Para registrar algumas informações importantes e orientar o trabalho dos alunos, eles receberam um questionário com 10 questões sobre o vídeo. Acredito que todas as atividades devem ter um objetivo, uma meta, neste caso, somente assistir ao vídeo não seria suficiente para que os alunos aprendessem algo sobre cometas, meteoritos e asteróides. Com o roteiro de questões eles registram as informações e podem consultá-las posteriormente. A idéia de orientar a pesquisa na internet vai ao encontro às idéias publicadas por Moran ([http://www.eca.usp.br/prof/moran/midias\\_educ.htm](http://www.eca.usp.br/prof/moran/midias_educ.htm)), nos seus artigos sobre o uso de tecnologias na educação. É essencial fazer o aluno pensar, analisar e contextualizar aquilo que pesquisa, para que a informação não fique solta e sem conexão. A importância criteriosa da atividade para validar o uso do recurso audiovisual, também é ressaltada por Rosa (2000).

A atividade do vídeo é rápida e ocupa cerca de 30 minutos somente, sendo assim, ainda no mesmo encontro foi possível trabalhar o texto sobre paralaxe. Foi fornecido um roteiro pronto, sem as figuras explicativas e uma aula expositiva foi realizada. Conforme o conteúdo era explanado as figuras eram desenhadas no quadro e os alunos as copiavam no material didático. O questionário sobre o vídeo e o texto sobre paralaxe são encontrados na Aula 6.

Com o intuito de mostrar a aplicação prática do método da paralaxe, os alunos foram informados que deveriam se organizar em grupos e trazer uma lista de materiais para o encontro seguinte.

Na última aula do Módulo 1 com o auxílio da professora, os alunos construíram um compasso astronômico para fazer determinação de distâncias utilizando o conceito de paralaxe. A atividade iniciou em sala de aula e depois fomos para fora, pois a escola não possui um pátio grande e suficiente para comportar a atividade. Embora nem todos os grupos tenham se esforçado a contento na realização da atividade, os que trabalharam sério conseguiram bons resultados. O roteiro de montagem do compasso e do experimento está na Aula 7; nela também tem uma lista com questões sobre o experimento para serem respondidas e discutidas posteriormente. Na última meia hora de aula os alunos realizaram o pós-teste do módulo.

A aula de número 8 não foi desenvolvida com as turmas envolvidas nessa dissertação mas, serve de sugestão para o professor que tiver tempo ou desejar substituir uma das aulas por esta. A atividade está relatada na Aula 8 do Módulo 1 e já foi utilizada em outras ocasiões, com outras turmas tendo um resultado bastante proveitoso.

#### **4.5 Módulo 2**

O Módulo 2, intitulado “Interação Sol-Terra-Lua”, é dedicado ao estudo de alguns fenômenos envolvendo essa interação, tal como fases da Lua, eclipses, estações do ano, auroras e marés. Ele está dividido em cinco aulas de duas horas cada uma.

O roteiro da primeira atividade do segundo módulo deve ser fornecido aos alunos no início do Módulo 1, visto que é uma experiência de observação da Lua no decorrer de uma luação. O objetivo é que a tarefa esteja concluída até o dia da primeira aula do Módulo 2. Quando essa atividade for repassada aos alunos, caso a Lua esteja no céu durante a aula, seria conveniente mostrar a Lua (ou

imagens dela) para eles e explicar como a atividade deve ser desenvolvida.. O roteiro da atividade está na Aula 1 do item intitulado de Módulo 2.

Antes de iniciar as atividades do Módulo 2 os alunos responderam o pós-teste do Módulo 1. Em seguida, o pré-teste do Módulo 2 foi realizado.

A aula 1 do Módulo 2 propriamente dita iniciou com a entrega da atividade de observação das fases da Lua e breve discussão sobre o assunto. Logo, um texto foi fornecido aos alunos onde havia espaço para desenhar alguns esquemas explicativos, os quais foram colocados no quadro para que os alunos copiassem. De maneira a fazer a conclusão desse assunto, os alunos receberam um questionário de 10 questões objetivas. Supondo que a maioria dos alunos realmente tenha feito o trabalho de observação e após uma aula expositiva sobre o tema, era de esperar que eles estariam em plenas condições de responder as questões sem grandes dificuldades.

O que observei é que alguns poucos realmente sabiam como resolver as questões, na verdade, aqueles que fizeram a atividade de observação de fato. Infelizmente, a constatação de que diversos alunos tinham simplesmente copiado a tarefa fazendo pequenas alterações foi frustrante, mas não uma surpresa. Além disso, dos 58 alunos que estavam realizando o curso, 16 deles não entregaram essa atividade, aproximadamente 27,6% dos alunos deixaram de fazer a tarefa pedida. É provável que um estímulo extra e algumas explicações de como fazer o trabalho possam motivar os estudantes a realizarem a observação. Sugiro observar a Lua com os alunos, caso ela esteja no céu quando a atividade for entregue aos alunos, mostrando-lhes como devem preencher os exercícios do trabalho. Ou então, usar transparências para esse fim, mostrando imagens da Lua em fases diferentes explicando como o trabalho deve ser realizado.

No final da aula 1 os alunos são informados que deverão realizar uma atividade extra-classe utilizando a Internet. Na aula 2 estão as questões sobre eclipses que os alunos pesquisaram na Internet; elas foram corrigidas e debatidas oralmente, seguidas de uma aula expositiva com o uso de esquemas explicativos. Para fazer o fechamento da matéria um questionário é entregue aos alunos. Eles o resolvem imediatamente.

Como o tempo decorrido na aula 2 ainda não havia terminado, foi possível ver com os alunos o fenômeno das marés. Nessa aula eles receberam explicações orais e um pequeno resumo do conteúdo foi colocado no quadro. Esse resumo foi transformado num texto que também está no Anexo B dentro da Aula 2.

Na aula 3 fiz uma retomada do conteúdo das marés para lembrar e poder sanar algumas dúvidas que ficaram pendentes. A aula foi conduzida para o estudo das estações do ano. Um texto com explicações do conteúdo foi colocado no quadro enquanto a aula expositiva acontecia. Para fazer o fechamento da aula os alunos foram convidados a realizar exercícios de revisão.

Uma observação importante é que sugeri aos alunos sites para estudarem as estações do ano e quando fizemos a avaliação bimestral alguns alunos comentaram que tinham estudado com a ajuda deles, gostaram e acharam que as simulações e explicações foram úteis.

A correção dos exercícios foi realizada no encontro seguinte e a aula transcorreu sobre movimento aparente dos astros, campo magnético da Terra e fenômeno de auroras. Os conteúdos foram escritos no quadro e os referidos textos estão na Aula 4.

Ainda no quarto encontro os alunos foram orientados sobre o Passeio de Estudos que faríamos na aula seguinte. A aula 5 do Módulo 2 foi planejada para fazer uma retomada de conteúdos oportunizando um convívio social fora do ambiente escolar, propiciando maior descontração e uma aproximação afetiva do grupo com o professor. A saída foi da frente da escola e o grupo se deslocou até os Pontos de Parada para utilizarem ônibus coletivo e chegar no destino, o Planetário da UFRGS.

Chegando lá os alunos puderam explorar o local olhando pôsteres sobre Astronomia que estavam fixados no saguão. Após a exibição do programa os alunos foram reunidos novamente no saguão e receberam um roteiro de questões para responder imediatamente e entregar ao professor antes de serem dispensados. O roteiro foi elaborado com base no programa Jornada no Sistema Solar que aborda os conteúdos dos Módulos 1 e 2 e é desenvolvido para alunos de Ensino Médio.

No último período de aula dedicado ao Módulo 2, que foi realizado na semana seguinte à do passeio, foi feito o pós-teste do módulo e um bate-papo sobre o passeio ao Planetário onde foi possível coletar algumas opiniões sobre a atividade.

#### **4.6 Módulo 3**

O último módulo de estudo desse curso de Astronomia para o Ensino Médio tem o título “Estrutura e Evolução do Sol”, nele dedicamos tempo para estudar as características da nossa estrela e como ocorre a evolução estelar no nosso universo.

Inicialmente, os alunos responderam o pré-teste do Módulo 3. Em seguida, um vídeo da Enciclopédia Britânica sobre o Sol foi exibido. Esse vídeo, chamado “Sol – Usina de Vida”, faz parte da coleção Galáctica (1996b) que já havia sido usada no Módulo 1 para desenvolver o assunto sobre corpos menores do Sistema Solar.

Como tinha duas turmas que estavam sendo usadas para aplicação da pesquisa, numa delas forneci o roteiro antes do vídeo ser exibido e durante a exibição os alunos já iam preenchendo o material. Na outra, os alunos assistiram o vídeo, fizeram algumas anotações e depois receberam as questões para responder. Das duas maneiras a solução foi bem tranquila e as questões foram resolvidas sem maiores problemas.

Depois da realização dessa tarefa a aula prosseguiu com uma explanação sobre características gerais do Sol, bem como uma investigação mais aprofundada sobre o fenômeno da fusão nuclear. Esse material foi convertido num texto que foi repassado aos alunos. As questões sobre o vídeo e o texto do Sol estão na Aula 1 do Módulo 3.

O segundo encontro do Módulo 3 versa sobre evolução estelar. O assunto foi abordado expositivamente, com esquemas colocados no quadro negro. Um texto de apoio foi fornecido aos alunos e um exercício na forma de palavras cruzadas foi realizado (Aula 2 do Módulo 3). Na finalização do módulo coube novamente o espaço para o pós-teste do módulo em questão.

Na última hora de aula reservada para o Módulo 3 foi feita uma revisão dos Módulos 2 e 3. O objetivo foi retomar os conteúdos para sanar dúvidas ainda pendentes e prepará-los para a avaliação bimestral que aconteceria na aula posterior.

#### **4.7 Avaliações**

Para complementar a narrativa é relevante comentar que no final do primeiro módulo, antes de iniciar o segundo, o primeiro bimestre foi concluído. Isto significa que naquele momento foram feitas as avaliações bimestrais incluindo os conteúdos do Módulo 1, bem como as respectivas recuperações.

Os Módulos 2 e 3 foram trabalhados ao longo do segundo bimestre e avaliados nele. As avaliações foram realizadas durante todo o processo, cada questionário, atividade de internet, atividade prática que foi desenvolvida era registrada e pontuada. Depois, para finalizar a nota bimestral, fizemos uma prova individual em cada bimestre. Na escola a nota máxima de cada bimestre é 100 pontos e a nota para aprovação é 50. Os bimestres são independentes, isto é, o mínimo, para aprovação, é 50 pontos em cada bimestre, aprovação num bimestre e reprovação noutro pode implicar em repetência ou não, dependerá do conselho de classe.

Para as turmas da Etapa 6 que fizeram o curso de Astronomia, as notas de atividades somaram 30 pontos em cada bimestre e a prova bimestral valeu 50 pontos. Os 20 pontos restantes corresponderam ao Trabalho Interdisciplinar que é uma atividade da escola onde os alunos fazem um trabalho com tema pré-definido e, portanto, nada teve a ver com os conteúdos ministrados em sala de aula.

## 5. ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste capítulo estão expostos os resultados dos pré e pós-testes para cada módulo do trabalho, em cada turma. Para identificar as turmas atribuí o nome Turma A para a turma da manhã, com 34 alunos, e Turma B para a turma da tarde, composta de 24 alunos. Esses números correspondem ao número de alunos matriculados; em cada avaliação o total de alunos varia conforme a presença deles nos dias dos testes.

Em cada módulo e em cada turma, comparamos a média do número de acertos por aluno no pré-teste e no pós-teste, e calculamos a evolução desse número.

A média do número de acertos por aluno,  $XM$ , foi calculado pela expressão  $XM = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$  e o desvio padrão da média ( $S_{XM}$ ) foi calculado como  $S_{XM} = \frac{S_x}{\sqrt{n-1}}$  onde  $S_x$  é o desvio padrão do

número de acertos por aluno,  $S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - XM)^2}{n}}$ . O valor de  $n$  é o número de alunos que realizaram o teste.

O desvio padrão da média expressa a imprecisão na média, que é usada no cálculo do nível de significância estatística para a diferença entre as médias no pré e pós-teste.

Para fazer a análise de significância estatística seguimos Silveira (2007). Para cada módulo e para cada turma, calculamos o ganho médio, definido como o número médio de acertos no pós-teste menos o número médio de acertos no pré-teste, e a razão  $t$  de Student, definida como a razão entre o ganho e seu desvio padrão. Verificamos então o nível de significância estatística (n.s.) em cada caso. Um nível de significância n.s. < 0,01 indica que a possibilidade de que a melhora dos resultados tenha ocorrido por acaso é menor do que 1%. Todos os dados estão no Apêndice D.

### 5.1 Avaliações do Módulo 1

Os testes deste módulo estão no Apêndice A e as planilhas como os resultados estão no Apêndice D (Tabela D1). Os testes continham um total de 20 questões.

#### 5.1.1 Turma A

Na turma A o número total de alunos que fizeram ambos os testes (pré e pós) foi 26. O histograma abaixo mostra o número de alunos em função do número de acertos.



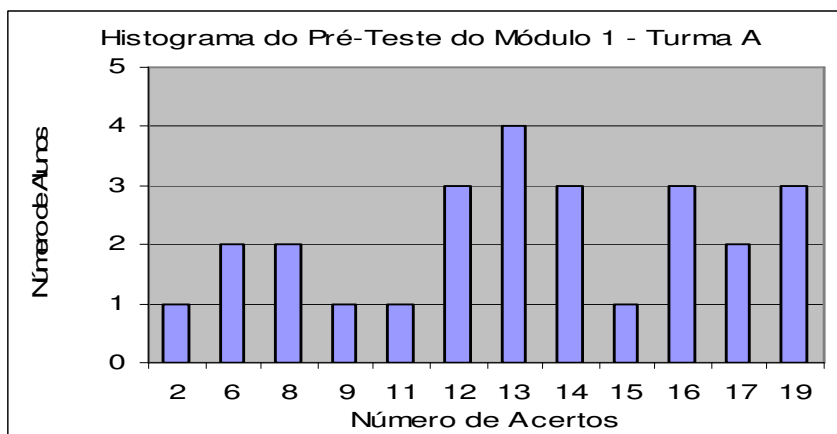


Figura 5.1: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pré-teste do Módulo 1 para a turma A.

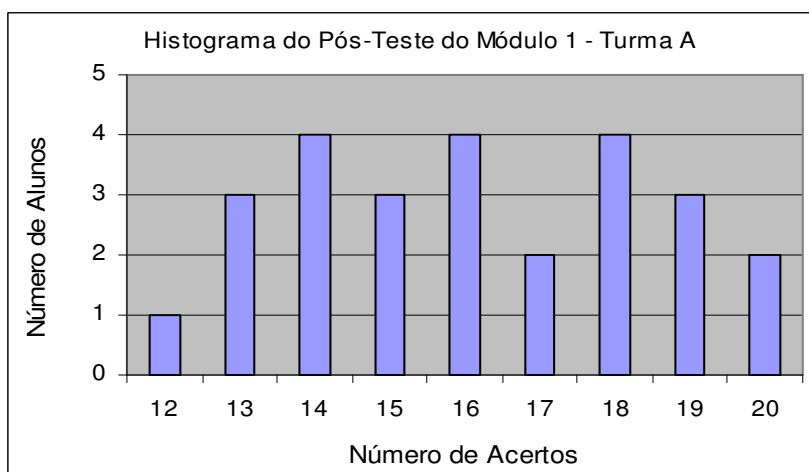


Figura 5.2: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pós-teste do Módulo 1 para a turma A.

Analisando os resultados acima podemos verificar que para os 26 alunos que realizaram os testes, a média de acertos foi de  $12,8 \pm 0,8$  no pré-teste e de  $16,0 \pm 0,5$  no pós-teste, conforme está ilustrado na figura 5.3. A evolução percentual no número de acertos foi de 64,23% para 80,58%.

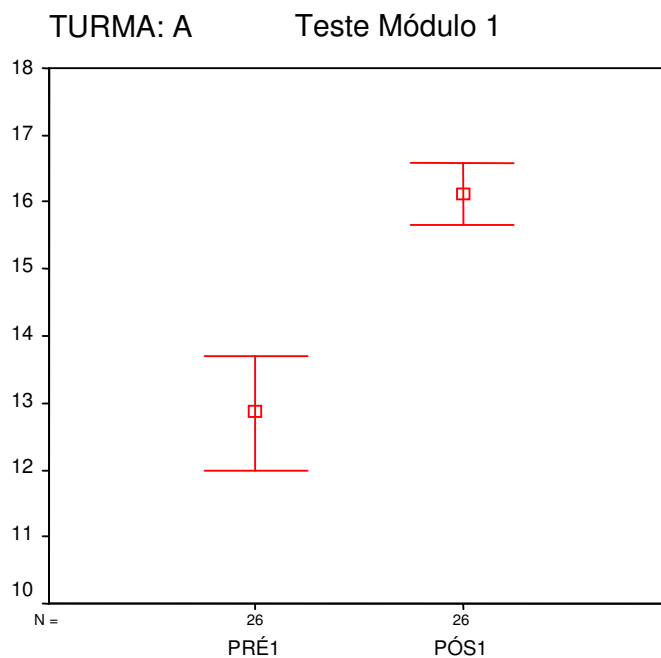


Figura 5.3 : Evolução do número médio de acertos por aluno entre o pré e o pós-teste do Módulo 1 para a turma A. As barras de erro representam o desvio padrão da média em cada caso.

Fazendo a análise de significância estatística, de acordo com Silveira (2007), verificamos que, para os 26 alunos avaliados, o ganho ficou em  $3,1 \pm 0,7$  acertos entre o pré e o pós-teste. O nível de significância estatística (n.s.), neste caso, é menor do que 0,01 (possibilidade de que a melhora dos resultados tenha ocorrido por acaso menor do que 1%). Os dados usados para este cálculo estão no Apêndice D, Tabela D2.

### 5.1.2 Turma B

A análise prossegue para a segunda turma, a Turma B. Nela o número total que alunos que fizeram ambos os testes foi 11. Nas figuras 5.4 e 5.5 podemos verificar o número de alunos versus número de acertos em ambos os testes.

Os resultados (Apêndice D, Tabela D3) mostram que a média de acertos no pré-teste foi de  $12,3 \pm 0,5$  e de  $16,0 \pm 0,9$  no pós-teste, como mostra a figura 5.6, a qual representa a evolução percentual no número de acertos de 61,82% para 80,00%.

Fazendo a análise de significância estatística para 10 graus de liberdade verificamos um ganho médio de  $3,6 \pm 0,5$  acertos na média do pré para o pós-teste. O nível de significância estatística, neste caso, é menor do que 0,01 (Apêndice D, Tabela D4)

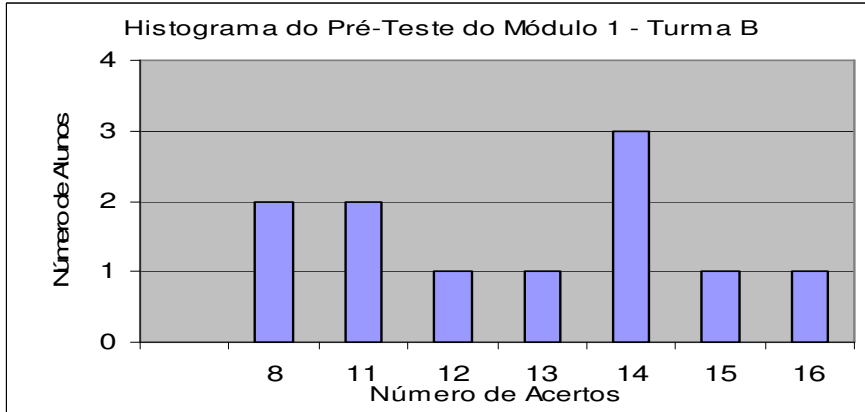


Figura 5.4: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pré-teste do Módulo 1 para a turma B.

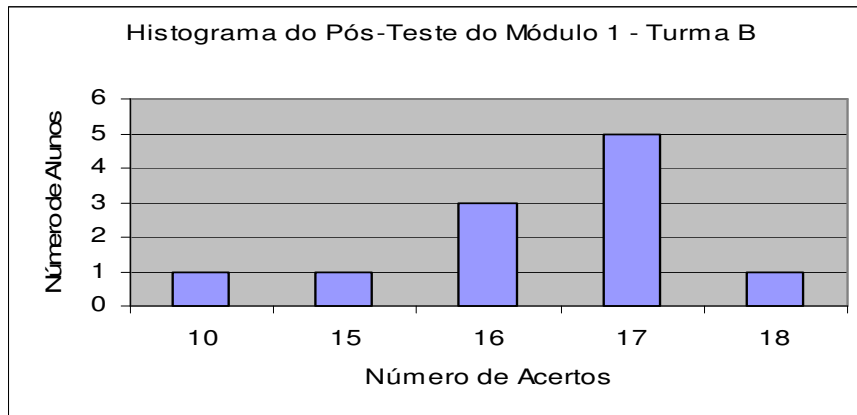


Figura 5.5: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pós-teste do Módulo 1 para a turma B.

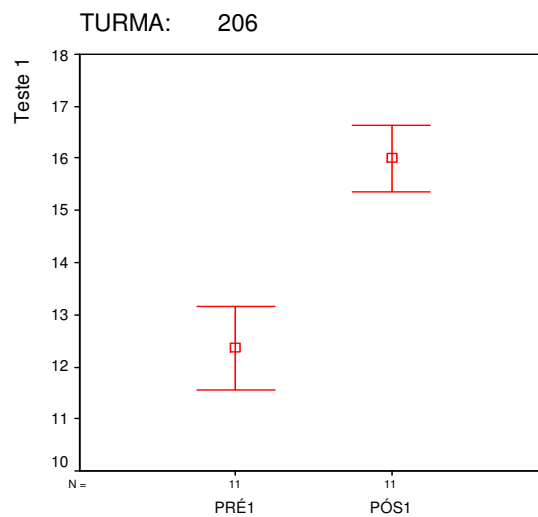


Figura 5.6 : Evolução do número médio de acertos por aluno entre o pré e o pós-teste do Módulo 1 para a turma B.

## 5.2 Avaliações do Módulo 2

A análise a seguir representa número de alunos conforme o total de acertos obtidos para o pré e pós-teste do Módulo 2. Os testes deste módulo continham um total de 12 questões.

### 5.2.1 Turma A

Na turma A, 28 alunos realizaram os dois testes, o pré e o pós-teste. A tabela que contém os resultados destes testes está no Apêndice D, tabela D5. Nos gráficos das figuras 5.7 e 5.8 podemos verificar o número de alunos versus o número de acertos em ambos os testes.

Os resultados mostram que a média de acertos no pré-teste foi de  $7,3 \pm 0,3$  e de  $9,2 \pm 0,3$  no pós-teste (figura 5.9), o que indica um ganho do pós em relação ao pré de  $1,9 \pm 0,4$ , com nível de significância estatística menor do que 1% (Apêndice D, Tabela D6). A evolução percentual no número de acertos foi de 61,01% para 76,79%.

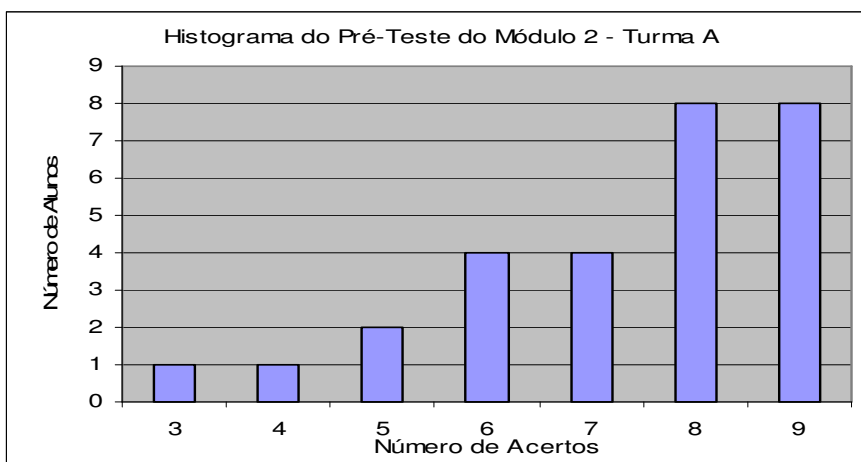


Figura 5.7: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pré-teste do Módulo 2 para a turma A.

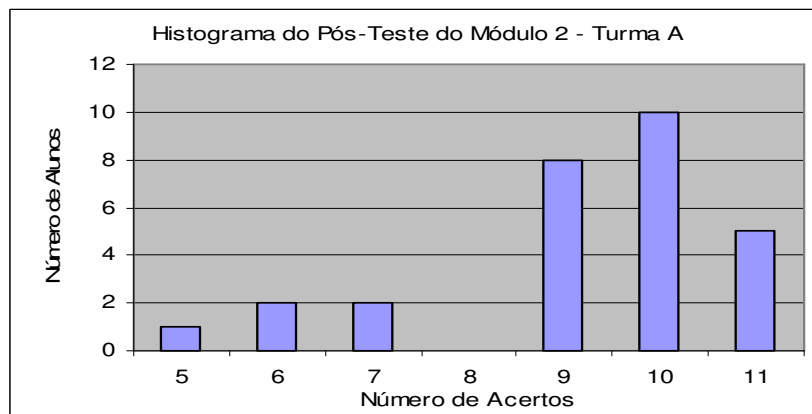


Figura 5.8: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pós-teste do Módulo 2 para a turma A.

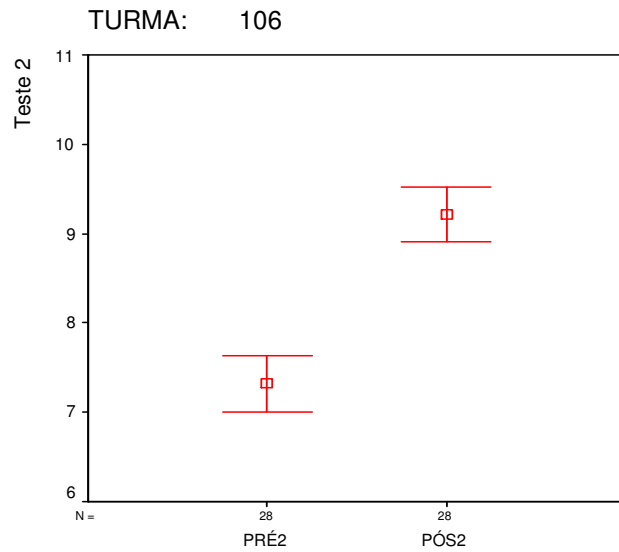


Figura 5.9 : Evolução do número médio de acertos por aluno entre o pré e o pós-teste do Módulo 2 para a turma A. As barras de erro representam o desvio padrão da média em cada caso.

### 5.2.2 Turma B

Na turma B foi possível avaliar 17 alunos, os quais realizaram os dois testes.

A evolução percentual no número de acertos foi de 63,73% para 79,90%. A média de acertos no pré-teste foi de 7,6 +/- 0,3 e de 9,6 +/- 0,4 no pós-teste (figura 5.12), o que representa um ganho de 1,9 +/- 0,4, estatisticamente significativo dentro de 1% (n.s. < 0,01). Ver Apêndice D, Tabelas D7 e D8.

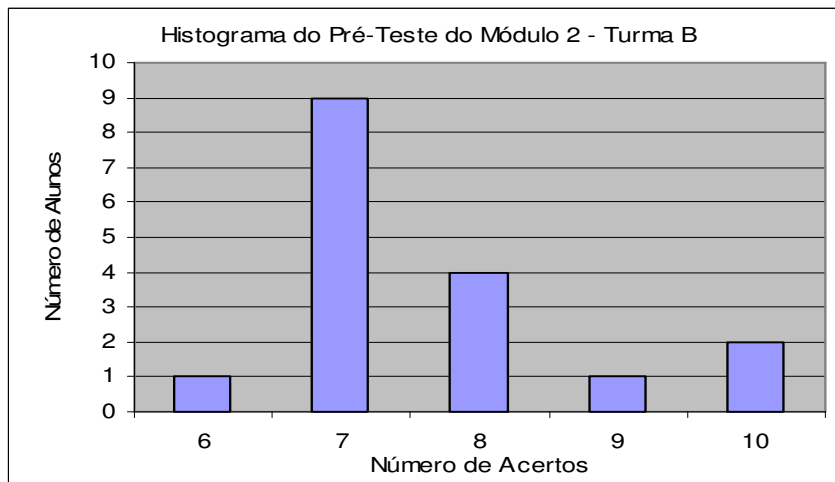


Figura 5.10: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pré-teste do Módulo 2 para a turma B.

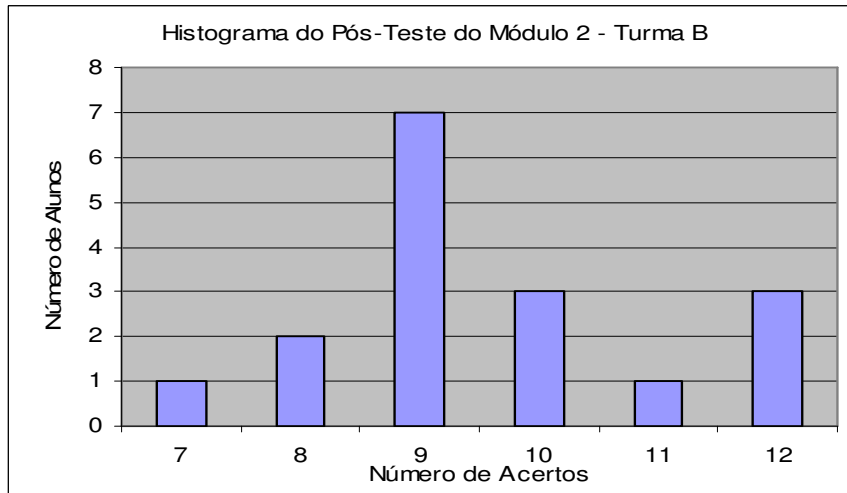


Figura 5.11: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pós-teste do Módulo 2 para a turma B.

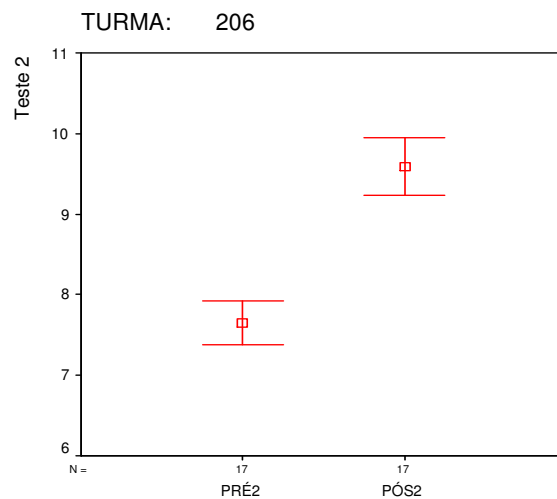


Figura 5.12 : Evolução do número médio de acertos por aluno entre o pré e o pós-teste do Módulo 2 para a turma B. As barras de erro representam o desvio padrão da média em cada caso.

### 5.3 Avaliações do Módulo 3

Nos testes desse módulo a avaliação foi elaborada com 11 questões (Apêndice A).

#### 5.3.1 Turma A

Um total de 30 alunos responderam ambos os testes. É possível visualizar os resultados destes testes conforme o número de alunos e os acertos, na tabela D9 do Apêndice D. E a plotagem destes dados está demonstrada nas figuras 5.13 e 5.14 desse capítulo.

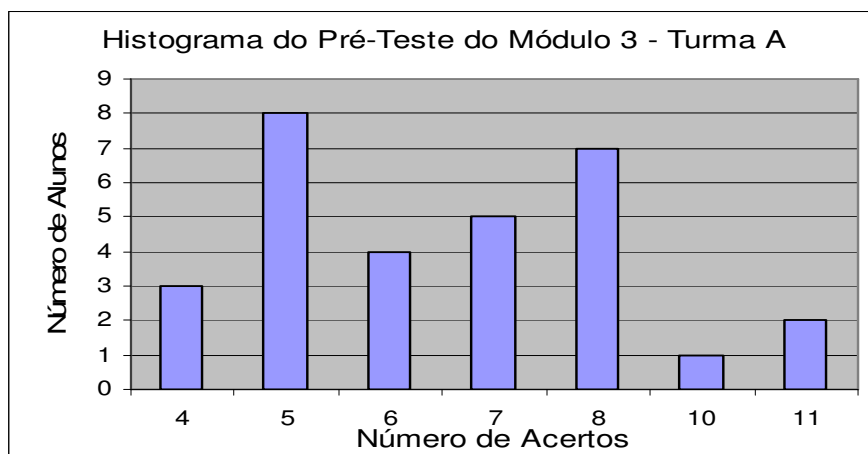


Figura 5.13: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pré-teste do Módulo 3 para a turma A.

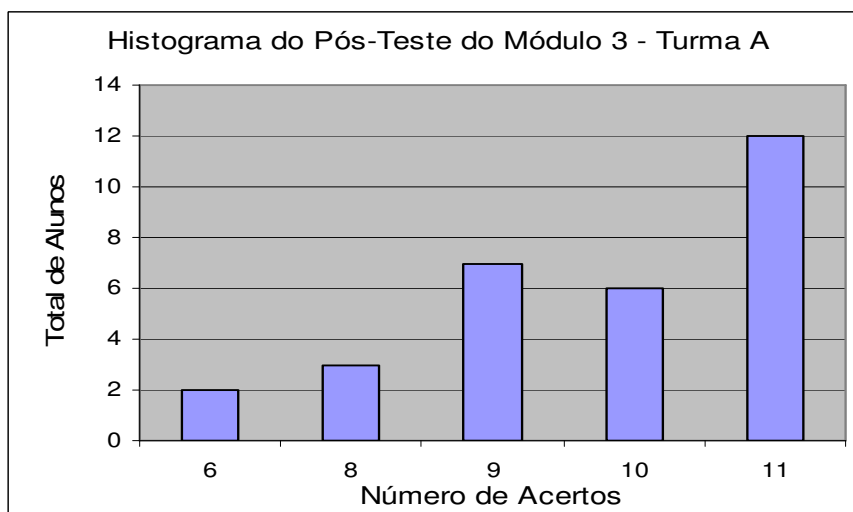


Figura 5.14: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pós-teste do Módulo 3 para a turma A.

O percentual de acertos no pré-teste foi de 60,30% e no pós-teste, 88,18% indicando uma evolução percentual no número de acertos obtidos pelos alunos. Os resultados mostram que a média cresceu de 6,6 +/- 0,3 no pré-teste para 9,7 +/- 0,3 no pós-teste. Estes resultados estão na figura 5.15.

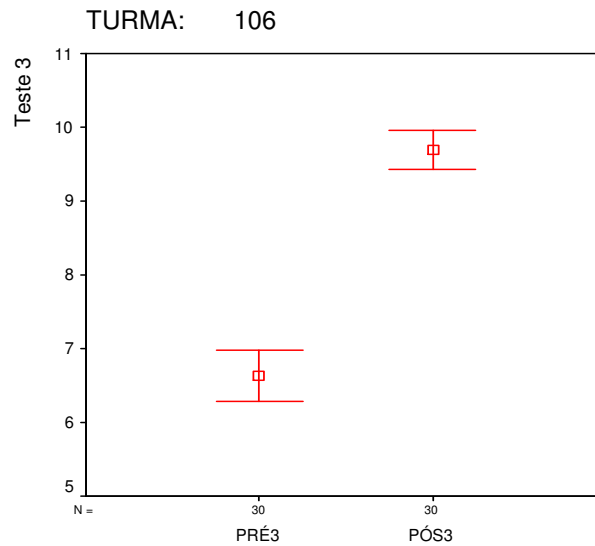


Figura 5.15 : Evolução do número médio de acertos por aluno entre o pré e o pós-teste do Módulo 3 para a turma A. As barras de erro representam o desvio padrão da média em cada caso.

O ganho ficou em 3,1 +/- 0,4 acertos na média para 30 alunos participantes do testes, com n.s. < 0,01 (Apêndice D, Tabela D10).

### 5.3.2 Turma B

Ambos os testes desse módulo foram realizados por 12 alunos. Os resultados estão visíveis na tabela D11 e D12 do Apêndice D e os gráficos, estão nas figuras 5.16 e 5.17, logo a seguir.

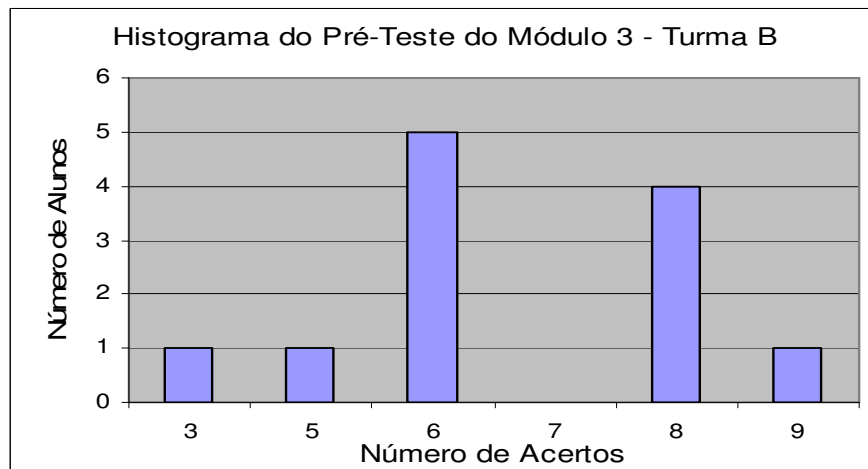


Figura 5.16: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pré-teste do Módulo 3 para a turma B.



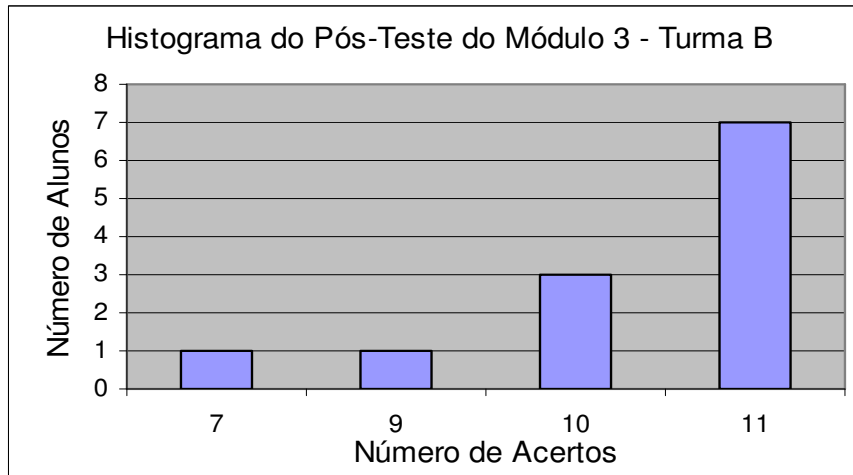


Figura 5.17: Histograma do número de alunos versus número de acertos no pós-teste do Módulo 3 para a turma B.

No pré-teste, o percentual de acertos ficou em 59,85% e no pós-teste, 93,18%. Os resultados mostram que a média cresceu de 6,6 +/- 0,5 para 10,3 +/- 0,4 (figura 5.18).

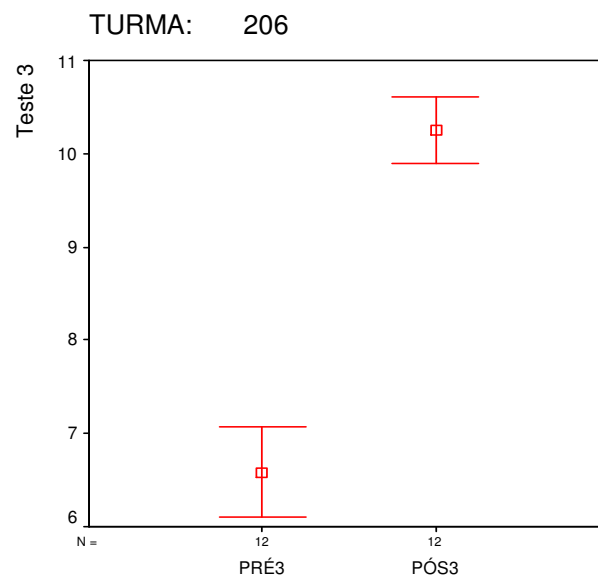


Figura 5.18 : Evolução do número médio de acertos por aluno entre o pré e o pós-teste do Módulo 3 para a turma B. As barras de erro representam o desvio padrão da média em cada caso.

O ganho ficou em 3,6 +/- 0,5 acertos na média para 12 alunos participantes dos testes. Desta forma, o n.s. é menor que 0,01 e a análise de significância estatística indica menos de 1% para a possibilidade de que a melhora dos resultados tenha ocorrido por acaso.

Para conseguir uma visão mais geral, foi construída a seguinte tabela que resume os resultados de determinação da significância estatística para a diferença entre médias.

Tabela 5.1: Análise de significância estatística para os resultados dos testes nos módulos 1, 2 e 3 nas turmas A e B.

Resultados para turma A			Resultados para turma B		
Número de alunos	Ganho médio	n.s.	Número de alunos	Ganho médio	n.s.
Módulo 1 – 27	3,1 +/- 0,7	<0,01	Módulo 1 – 11	3,6 +/- 0,5	<0,01
Módulo 2 – 28	1,9 +/- 0,4	<0,01	Módulo 2 – 17	1,9 +/- 0,4	<0,01
Módulo 3 - 30	3,1 +/- 0,4	<0,01	Módulo 3 - 12	3,6 +/- 0,5	<0,01

A observância dos resultados permite avaliar que a melhora obtida não é por acaso, ou seja, os alunos realmente aprenderam novos conceitos. É fato que o ganho médio para ambas as turmas no Módulo 2 foi menor do que para os outros módulos. Poderíamos interpretar isto admitindo que uma parte dos assuntos abordados no Módulo 2 é estudada no Ensino Fundamental em aulas de Ciências e Geografia (conteúdos como Estações do Ano e Fases da Lua). Isto posto, era de se esperar que o percentual de acertos fosse maior no pré-teste do Módulo 2, visto que, já tinham conhecimentos sobre parte dos assuntos trabalhados. Seguindo essa linha de raciocínio é conveniente observarmos os percentuais de acertos para ambas as turmas em todos os Módulos, veja a Tabela 5.2 a seguir.

Tabela 5.2: Índices percentuais de acertos nos pré e pós-testes para os Módulos 1, 2 e 3 nas turmas A e B.

	Turma A		Turma B	
	Acertos pré-teste (%)	Acertos pós-teste (%)	Acertos pré-teste (%)	Acertos pós-teste (%)
<b>Módulo 1</b>	<b>64,23</b>	<b>80,58</b>	<b>61,82</b>	<b>80,00</b>
<b>Módulo 2</b>	<b>61,01</b>	<b>76,70</b>	<b>63,73</b>	<b>79,90</b>
<b>Módulo 3</b>	<b>60,30</b>	<b>88,18</b>	<b>59,85</b>	<b>93,18</b>

Observando com atenção percebe-se que o percentual de acertos nos pré-testes dos três módulos está em torno dos 60%, isto significa que não havia maior conhecimento dos conteúdos do Módulo 2 como pensávamos. Analisando criteriosamente os percentuais dos pós-testes, vemos que os menores índices estão, justamente, no Módulo 2. A avaliação que faço é que dois fatores podem ter influenciado esse resultado: as concepções prévias do aluno e o tipo de atividade utilizada.

Como alguns assuntos já eram de conhecimento dos alunos e seus conceitos alternativos permaneceram em sua estrutura cognitiva, não houve uma aprendizagem significativa como nos outros módulos. Talvez eles se sentissem confiantes dentro de um conteúdo familiar e, por isso, não se empenharam tanto. O outro fator pertinente é que nesse módulo houve duas atividades que dependiam da pesquisa individual, a Observação da Lua e a Atividade sobre os Eclipses, que eram extra-classe. Foi verificado que uma parte da turma, não executou as tarefas, simplesmente copiando as respostas dos colegas. Tal atitude poderia refletir numa queda no total de questões que poderiam ser acertadas nos pós-testes individuais. Com essa avaliação chegamos novamente à conclusão que as relações sociais que envolvem somente um dos lados não surte o efeito desejado. Aprender é uma troca onde professor e aluno devem estar dispostos a crescer.

Analisando o trabalho realizado e traçando uma relação com as teorias de Vygotsky, podemos observar a aplicação prática delas. O próprio desenvolvimento das aulas priorizando os relacionamentos sociais como a conversa, debate, trabalhos em grupo, atividades onde os alunos se ajudam mutuamente, mostra a eficácia da socialização na aprendizagem.

O envolvimento de símbolos e de linguagem técnica da disciplina de Física se identifica com as teorias de Vygotsky, permitindo verificar que a compreensão de tais símbolos facilita e melhora o entendimento do conteúdo contribuindo no desenvolvimento cognitivo. Esse objetivo foi alcançado com explicações verbais e escritas dadas pelo professor no decorrer das aulas e na realização dos exercícios de fixação.

O tempo destinado para debates e a permissão para os alunos se expressarem valoriza a descontextualização, que é o caminho para o desenvolvimento intelectual. O treino da verbalização, da fala, instigou o raciocínio abstrato dos alunos e aprimorou-o. Similarmente, posso citar a realização de exercícios teóricos e problemas que ajudaram na apreensão dos signos e símbolos utilizados no conteúdo proposto com o objetivo de desenvolver a inteligência prática.

Foi observado que, com um pouco de treino e orientação da professora, quase a totalidade dos alunos conseguia resolver problemas sozinhos. Cito problemas numéricos e de ordem prática como o uso de simuladores, por exemplo. Assim podemos admitir que as relações sociais ocorreram dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal permitindo a apropriação de conceitos e signos de forma efetiva.

Enfim podemos dizer que nos alicerçamos em dois dos pilares da teoria mencionada acima, os processos sociais e os instrumentos e signos. A professora serviu de mediadora promovendo interações sociais que, para surtirem efeito de aprendizagem, devem ser correspondidas pelos alunos que devem participar delas ativamente.

Durante a realização do trabalho a professora verificou se o que foi captado estava correto realizando avaliações orais e escritas do conteúdo abordado. Quanto ao aluno, coube observar se aquilo que internalizou condizia com o material exposto.

Na teoria de Ausubel a organização do material aprendido e sua integração com a estrutura cognitiva, interagindo e modificando os subsunçores existentes, compõe a aprendizagem significativa. O estudo da Astronomia dentro da faixa etária envolvida nessa pesquisa permite observar modificações nos conhecimentos já internalizados pelo aluno. Eles já tinham conceitos formados, verbalizaram essas concepções, ouviram as explicações, debateram o assunto e aprimoraram os subsunçores que já existiam na sua estrutura cognitiva.

A aprendizagem por recepção foi a base nessas interações e por isso, a importância da verbalização oral e escrita daquilo que foi exposto para verificar se foi aprendido. Em todo esse processo dependemos da disposição do aluno em aprender, que segundo a teoria de Novak (Moreira, 1999) é um fator determinante na aprendizagem. Acredito que essa disposição e o interesse no tema estudado foi obtido da grande maioria dos alunos, visto que, os resultados foram bons e, de acordo com a determinação da significância estatística para as diferenças entre médias, houve uma melhora nos resultados dos testes e ela não foi por acaso.

Desta forma, fica evidente a importância de trabalhos dessa natureza que ajudam os professores de Ensino Médio a cumprirem seu papel contribuindo para que os estudantes compreendam a complexidade do mundo, de modo a viverem dignamente e terem desenvolvidas suas capacidades intelectuais e profissionais.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Qualquer profissional que seja responsável nas suas tarefas preocupa-se em aprimorar suas atividades, facilitar seu trabalho, otimizar os resultados. Aqueles que lidam com o público ainda precisam se preocupar com a satisfação do cliente. Para o professor essas questões também são verdade e, além disso, ele deve ter a consciência de que está lidando com um ser humano em formação e não um simples cliente.

É fato que nem todos os profissionais se preocupam realmente em melhorar, sendo meras máquinas, inconscientes, que desenvolvem um trabalho mecânico e repetitivo. Nós, que amamos nosso ofício, temos o dever e sentimos a necessidade de trabalhar para melhorar a realidade do ensino. Foi esse desejo que me motivou a desenvolver o presente trabalho.

Quando iniciei o curso de mestrado já ministrava aulas de Astronomia para alunos de Ensino Médio e a necessidade de melhorar a abordagem era um fato. A decisão de preparar aulas de Astronomia fazendo uma abordagem histórica, utilizando recursos de internet e atividades práticas não foi difícil. A idéia era reestruturar aquilo que já era feito, mas que foi elaborado às pressas, construindo um material passível de ser aproveitado também por outros professores.

O projeto constituiu o alicerce para o desenvolvimento das atividades; nele já foram definidos os conteúdos e a divisão deles em três módulos de estudo. A divisão foi feita por assunto e os conteúdos distribuídos de acordo, formando um curso básico de Astronomia.

Sempre acreditei que elaborar atividades diferenciadas e diversificar em sala de aula são atitudes motivadoras e facilitadoras da aprendizagem. Essa crença foi demonstrada com os bons resultados obtidos, um exemplo, foi o fato de que na turma da manhã, no segundo bimestre, não houve alunos em recuperação. Esse fato foi inédito para mim nesses cinco anos de trabalho na instituição.

Fazer a conexão do trabalho desenvolvido com teorias de aprendizagem e teorias de educação enriqueceu e fundamentou aquilo que estava em construção. As relações sociais e a internalização de signos de Vygotsky estiveram presentes, bem como a reestruturação da estrutura cognitiva através da modificação de subsunçores já existentes no aluno mostraram a conexão com a teoria Ausubeliana. O uso de aprendizagem por recepção e a importância da pré-disposição do aluno em aprender (teoria de educação de Novak) foram conceitos marcantes em todo o trabalho.

Uma constatação relevante é que a abordagem histórica surtiu um bom efeito nos estudantes. Notei que boa parte da turma interessava-se na narrativa e no meu entender ela transformou os cientistas em pessoas comuns, por exemplo, contar fatos da vida e da personalidade de Galileu ou de Newton e fazer a contextualização com suas descobertas aproxima essas celebridades das pessoas comuns. Parece que eles se tornam mais humanos aos olhos dos estudantes e se afastam daquela imagem de personagem virtual dos livros de ciências.

Nas atividades de internet, pude verificar que inicialmente elas empolgavam os alunos, mas logo em seguida alguns se aborreciam e achavam chato ter que “trabalhar” no computador. Na verdade, a maioria dos alunos usa a web apenas para diversão e muitos, nem sabem como usar esse recurso para estudar. Atividades pré-programadas e que orientam o aluno na sua busca por

informações produziram efeitos positivos, mostraram para muitos que aulas com o uso da internet podem ser produtivas e divertidas. Houve comentários do tipo: “*Achei que era mais difícil!*” ou então, “*Não sabia que na internet tinha coisas assim!*”.

Também é fato que alguns alunos não têm familiaridade com o computador, e é essencial o professor perguntar e observar esses casos para dar uma atenção especial. No desenvolvimento do trabalho aqui relatado, procurei acomodar os alunos inexperientes com os mais familiarizados que se dispusessem a ajudar. Neste caso, não dispunha de estagiário ou ajudante no laboratório, éramos somente eu e os alunos, de forma que a colaboração deles foi imprescindível.

Simuladores ajudaram os alunos a visualizar fenômenos explicados em sala de aula e serviram de estímulo nos trabalhos virtuais. Ficou claro durante a execução dessas atividades que os alunos precisam de orientação durante a tarefa, geralmente eles encontram dificuldade para usar os simuladores por falta de conhecimento do assunto e do manuseio do micro. Contudo a atenção da professora permitiu que essas dificuldades fossem superadas até mesmo para aqueles que não sabiam lidar com o computador.

Outro momento gratificante foi a realização da tarefa em grupo para construir um Sistema Solar numa tira de papel. Acredito que foi uma das melhores aulas do curso, o engajamento dos alunos na tarefa, o interesse deles sobre os planetas e a possibilidade de discussões informais com troca de informações durante a aula foi bem interessante. Todos participaram ativamente, contribuindo de alguma forma para o produto final que foi exposto no saguão da escola. Isso os deixou contentes e orgulhosos, pois gerou interesse de outras turmas e questionamentos entre os alunos sobre o que eles estavam estudando.

Enfim, podemos dizer que o resultado foi bom. A diversificação das atividades, os textos previamente elaborados e bem trabalhados, o uso de tecnologias, tudo contribuiu para um resultado positivo. Uma evolução nos conhecimentos e nas relações pessoais permitiu um desenvolvimento cognitivo das partes envolvidas e também, um aprimoramento do lado social de cada um. É por isso que percebemos a importância do nosso trabalho, é o brilho no olho do aluno que descobre uma verdade, é a euforia do adolescente que finaliza um trabalho e se orgulha ao receber um elogio. É o compartilhar com o grupo, é o crescer como ser humano e como cidadão. É ter certeza que, logo ali, na primeira curva, seremos capazes de vencer. É motivar, é educar, é permitir ao outro que o seu futuro, o meu, o nosso, seja diferente.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. Lei n. 9394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, MEC, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros curriculares nacionais – PCNs: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. MEC/SEMTEC, 1999. Disponível em: <http://www.mec.gov.br/>. Acesso em: 10 abr. 2005

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCN+**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002, 144p.

BROUGHTON, M. P. V. Alternative frameworks amongst university of plymouth astronomy students. In: Gaguenheim, L, McNallyan, D.,Percy, J. R. (Eds.). **New Trends in Astronomy Teaching**. Cambridge: Cambridge University Press. 1998, 111p.

CLEBSCH, Angelisa B. **Realidade ou ficção?** A análise de desenhos animados e filmes motivando a física na sala de aula. Porto Alegre, 2004. 128f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física –UFRGS, Porto Alegre, 2004.

**Cometas, Meteoritos e Asteróides**. In: **Galáctica Show Cósmico, v.4: Planetas Exteriores e Estrelas**. Produção de Encyclopaedia Britannica do Brasil Publicações Ltda., São Paulo, 1996. 1 videocassete (50min), VHS, NTSC, son., color., narrado em português.

COMINS, N. F. Identifying and addressing astronomy misconceptions in the classroom. In: Gaguenheim, L, McNallyan, D.,Percy, J. R. (Eds.). **New Trends in Astronomy Teaching**. Cambridge University Press. 1998, p. 118

LAVOURAS, Daniel Fonseca et al (Ed). **Olimpíada brasileira de astronomia e astronáutica - oba**. Disponível em: <http://152.92.4.67/>. Acesso em: 20 maio 2005

MEES, Alberto Antonio. **Astronomia: motivação para o ensino de Física na 8ª série**. Porto Alegre, 2004. 132f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física –UFRGS, Porto Alegre, 2004.

MORAN, José Manuel. **As mídias na educação**. São Paulo. Disponível em: [http://www.eca.usp.br/prof/moran/midias\\_educ.htm](http://www.eca.usp.br/prof/moran/midias_educ.htm). Acesso em 18.04.07. (Moran 200-?a)

MORAN, José Manuel. **Novos desafios na educação: a internet na educação presencial e virtual: educar com tecnologia**. São Paulo. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/moran/novos.htm#educ> Acesso em 19.04.07. (Moran 200-?b)

MOREIRA, Marco Antônio. **Uma abordagem cognitivista ao ensino da física**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1983, 189p.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999,195p.

MOREIRA, Marco Antonio. Sobre monografias, dissertações, teses, artigos e projetos de pesquisa : significados e recomendações para iniciantes da área de educação científica. **Actas de PIDEAC**, Porto Alegre, v. 4, 2002, p. 3-23.

OBSERVATÓRIO EDUCACIONAL ITINERANTE. **Observatório Educacional Itinerante: OEI**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/oei>. Acesso em: 21 maio 2005.

**O Sol, usina de Vida. In: Galáctica Show Cósmico, v.3: O Sol e os planetas interiores.** Produção de Encyclopaedia Britannica do Brasil Publicações Ltda., São Paulo, 1996. 1 videocassete (40min), VHS, NTSC, son., color., narrado em português.

ROSA, P. R. S. O uso de recursos audiovisuais e o ensino de ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física.** Florianópolis, v.17, n.1, p. 33-49, abril 2000. Disponível em: <http://www.fsc.ufsc.br/ccef/port/17-3/artpdf/a4.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2007

SCHMITT, César. **O uso da astronomia como instrumento para a introdução ao estudo das radiações eletromagnéticas no ensino médio.** Porto Alegre, 2005. 113f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física –UFRGS, Porto Alegre, 2005.

SILVEIRA, Fernando Lang da. **Comparações em média:** determinando a significância estatística para as diferenças entre médias: artigos sobre métodos quantitativos. Porto Alegre, IF-UFRGS, [200-?] Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~lang/Lang1.html>. Acesso em: 10 abr. 2007.

SILVEIRA, Fernando Lang da. **Métodos quantitativos aplicados à pesquisa em ensino I.** Porto Alegre, IF-UFRGS, [200-?]. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~lang/Metodos quantitativos 1.pdf>. Acesso em: 18 maio 2007.

WIKIPÉDIA. **Paralaxe.** Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Paralaxe> Acesso em: 17 ago. 2007.

## APÊNDICE A

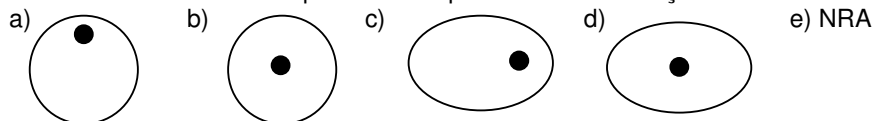
Os testes apresentados neste apêndice estão na forma original em que foram utilizados em sala de aula e na análise de resultados. Algumas questões que dele foram posteriormente modificadas. A versão final dos testes aparece no Apêndice B.

### A.1 Teste do Módulo 1

O teste a seguir foi utilizado como pré e pós-teste nas turmas onde o trabalho foi aplicado.

NRA → nenhuma resposta anterior

As alternativas abaixo contêm desenhos que representam o Sol (círculo preto) dentro de figuras, as quais indicam a forma da trajetória dos planetas do nosso Sistema Solar em torno desse astro. Escolha a alternativa que melhor representa essa situação:



De acordo com os seus conhecimentos indique qual a alternativa correta:

- Todos os planetas giram em torno do Sol levando o mesmo tempo para completar um volta.
- Quanto maior a distância do planeta ao Sol, mais tempo ele leva para fazer uma volta completa.
- Quanto menor a distância do planeta ao Sol, mais tempo ele leva para fazer uma volta completa.
- A distância dos planetas ao Sol não interfere no tempo de translação.
- NRA

3) Com exceção do Sol, a que distância, aproximadamente, está a estrela mais próxima de nós?

- 5000 km.
- 4 anos-luz.
- 4 km.
- 10 anos-luz.
- NRA

4) O ano-luz é uma unidade utilizada em medidas astronômicas. A alternativa que corresponde à definição correta de 1 ano-luz é:

- a distância percorrida pela luz em 1 ano.
- a distância percorrida pela Terra em 1 ano.
- o tempo necessário para a luz viajar do Sol à Terra.
- para definirmos 1 ano-luz é preciso saber qual a cor da luz analisada.
- impossível saber.

5) "Podemos afirmar que existem estrelas cujas luzes levam muitos anos para chegarem até aqui. Isto significa que o céu visualizado nos mostra o passado!" Essa afirmação é:

- errada, quando uma estrela brilha imediatamente vemos sua luz.
- verdadeira, mas não temos certeza.
- verdadeira, pois a luz das estrelas leva um certo tempo para chegar até nós.
- verdadeira, pois a luz chega até nós instantaneamente.
- NRA

6) O que está mais próximo da Terra, o Sol ou a Lua?

- A Lua.
- Impossível medir.
- O Sol.
- Ambos estão à mesma distância.
- NRA

7) Respectivamente, classifique de acordo com o tipo de astro: Terra, Lua, Sol.

- Todos são planetas.
- Planeta, satélite, estrela.
- Planeta, planeta, estrela.
- Satélite, estrela, planeta.
- Planeta, estrela, estrela.



- 8) A Lua é:
- a) uma estrela luminosa.
  - b) um satélite luminoso.
  - c) um planeta.
  - d) um satélite iluminado.
  - e) NRA
- 9) O Sol está a 8 minutos-luz da Terra. Se o Sol se apagasse nesse exato momento, quanto tempo levaríamos para percebermos o fato?
- a) 8 dias
  - b) 8 horas
  - c) 1,25 min
  - d) 8 meses
  - e) NRA
- 10) Há alguma foto da nossa galáxia feita de fora dela?
- a) é claro que sim, os telescópios fazem isso sempre.
  - b) é claro, quando o homem foi à Lua ele fotografou nossa galáxia.
  - c) não, pois isso é impossível, afinal, estamos dentro dela e nunca conseguimos sair.
  - d) não, pois as máquinas fotográficas não tem capacidade de fotografar algo tão grande.
  - e) NRA
- 11) Qual afirmativa está correta?
- a) A teoria geocêntrica afirma ser a Terra o centro do universo.
  - b) Na teoria geocêntrica a Terra é o centro mas, ela gira em torno do Sol.
  - c) Issac Newton foi o primeiro a propor um sistema heliocêntrico.
  - d) O sistema heliocêntrico é considerado verdadeiro desde a Antigüidade.
  - e) O sistema heliocêntrico tem a Terra como centro do mundo.
- 12) Atualmente conhecemos 9 planetas em nosso sistema solar. De acordo com teus conhecimentos, quantos satélites naturais tem o terceiro planeta mais distante do Sol:
- a) 3
  - b) 2
  - c) 1
  - d) 10
  - e) esses dados ainda não são conhecidos.
- 13) Nosso sistema solar está localizado:
- a) na constelação de Orion.
  - b) na galáxia de Andrômeda.
  - c) na galáxia Via Láctea.
  - d) no centro do Universo.
  - e) NRA
- 14) No nosso sistema solar, o planeta mais próximo do Sol é:
- a) Terra
  - b) Júpiter
  - c) Plutão
  - d) Mercúrio
  - e) estão todos a mesma distância
- 15) O maior planeta do sistema solar é:
- a) Terra
  - b) Mercúrio
  - c) Júpiter
  - d) Plutão
  - e) são todos do mesmo tamanho
- 16) Os astros estão distantes uns dos outros em muitos quilômetros. Qual alternativa indica a distância aproximada entre o Sol e a Terra?
- a) 100 000 km
  - b) 300 000 km
  - c) 1 000 000 km
  - d) 150 000 000 km
  - e) 150 000 m
- 17) No nosso sistema solar podemos diferenciar dois grupos de planetas quanto à sua composição:
- a) planetas rochosos e planetas líquidos.
  - b) planetas rochosos e planetas gasosos.
  - c) planetas líquidos e planetas gasosos.
  - d) planetas líquidos e planetas vaporizados.
  - e) NRA

18) No nosso sistema solar existem muitos corpos pequenos que eventualmente passam perto da Terra e são atraídos, penetrando na atmosfera e vaporizando-se, sendo visíveis rapidamente como rastros brilhantes no céu. Se eles não são totalmente vaporizados, seus restos atingem a superfície da Terra, constituindo os....., objetos muito valorizados como fontes de estudo do sistema solar. A palavra que melhor preenche o espaço na afirmativa acima é:

- a) asteróides
- b) meteoros
- c) meteoritos
- d) satélites
- e) NRA

19) A palavra *afélio* define:

- a) quando a duração do dia e da noite são iguais.
- b) quando a Terra está na posição de sua trajetória mais próxima do Sol.
- c) quando a Terra está na posição de sua trajetória mais afastada do Sol.
- d) quando a Lua está encobrendo o Sol.
- e) NRA

20) Analisando as distâncias entre os astros do sistema solar, escolha a alternativa que ordena de forma crescente de distância da Terra.

- a) Lua – Sol – Saturno
- b) Sol – Lua – Saturno
- c) Lua – Saturno – Sol
- d) Sol – Saturno – Lua
- e) Saturno – Lua – Sol

## A.2 Teste do Módulo 2

O teste a seguir foi utilizado como pré e pós-teste nas turmas onde o trabalho foi aplicado.

- 1) Os eclipses lunares ocorrem quando:
  - a) é dia.
  - b) é Lua Cheia, à noite.
  - c) a Lua fica em frente ao Sol.
  - d) é verão, nunca no inverno.
  - e) é Lua Crescente, durante à tarde.
  
- 2) A totalidade, ou seja, o ponto máximo de um eclipse lunar pode durar:
  - a) apenas alguns minutos.
  - b) vários dias.
  - c) mais de uma hora.
  - d) impossível medir.
  - e) semanas.
  
- 3) Os eclipses do Sol ocorrem quando:
  - a) o Sol se esconde atrás de algum planeta do sistema solar.
  - b) a Terra fica entre o Sol e a Lua.
  - c) chega a noite.
  - d) a Lua fica entre o Sol e a Terra.
  - e) o Sol está muito longe da Terra.
  
- 4) Quando ocorre um eclipse Solar ele é visível:
  - a) para algumas localidades do globo, dependendo de cada eclipse.
  - b) para todas as pessoas do mundo, sempre.
  - c) para as pessoas que moram em cidades sobre o equador terrestre, somente.
  - d) para aqueles que madrugam, pois para ver um eclipse solar temos que acordar cedo.
  - e) para os cientistas que possuem telescópios, somente assim é possível visualizar tal fenômeno.
  
- 5) As estações do ano ocorrem porque:
  - a) no verão a Terra está mais perto do Sol e no inverno mais longe.
  - b) há uma inclinação no eixo terrestre em relação ao plano da órbita em torno do Sol.
  - c) há diferentes climas na superfície terrestre.
  - d) há uma variação do campo magnético terrestre enquanto a Terra orbita em torno do Sol.
  - e) não sabemos ainda, essa é uma questão ainda em estudos.
  
- 6) Na estação chamada de verão é verdadeiro afirmar:
  - a) os dias são mais longos que as noites.
  - b) o Sol fica mais baixo no céu, ao meio-dia local, do que no inverno.
  - c) os dias são mais curtos que as noites.
  - d) quando inicia essa estação ocorre o solstício de verão, quando temos a noite mais longa do ano.
  - e) quando inicia essa estação, ocorre um equinócio, ou seja, duração do dia igual ao da noite.
  
- 7) Escolha a alternativa que preenche corretamente as lacunas: *“Quando iniciam a primavera e o outono, ocorrem os ....., momentos do ano em que a duração do dia é igual a da noite. No caso das outras duas estações, o .....e o ....., elas iniciam por solstícios que se caracterizam por terem dias e noites com durações.....”*
  - a) equinócios – primavera – verão – diferentes
  - b) solstícios – verão – inverno – diferentes
  - c) solstícios – verão – inverno – iguais
  - d) equinócios – verão – inverno – iguais
  - e) equinócios – verão – inverno - diferentes
  
- 8) Leia com atenção as afirmativas:
  - I) No Hemisfério Sul, o verão inicia próximo ao dia 22 de dezembro.
  - II) No Hemisfério Norte, o inverno inicia próximo ao dia 22 de dezembro.

III) Quando inicia a primavera no Hemisfério Norte, no Hemisfério Sul inicia o outono.

Escolha a alternativa correta:

- a) somente a I está correta.
  - b) somente a II está correta.
  - c) somente a I e a II estão corretas.
  - d) todas estão corretas.
  - e) todas estão erradas.
- 9) Se observarmos os astros celestes, aparentemente, eles "cruzam" o nosso céu, todos os dias, no sentido leste para oeste porque:
- a) a esfera celeste, onde os astros estão fixos, gira nesse sentido.
  - b) a Terra faz rotação no sentido oposto, de oeste para leste.
  - c) a Terra faz rotação nesse sentido, de leste para oeste.
  - d) o eixo da Terra é inclinado em relação à sua órbita em torno do Sol.
  - e) nenhuma alternativa correta.
- 10) As auroras boreais são fenômenos que ocorrem:
- a) próximo ao amanhecer, nas latitudes do equador terrestre.
  - b) próximo aos pólos terrestres, devido a gravidade lunar.
  - c) próximo aos pólos terrestres, devido a partículas provenientes do Sol e ao campo magnético da Terra.
  - d) na linha do equador terrestre, devido ao campo magnético da Terra e partículas que vem de cometas.
  - e) nenhuma das alternativas
- 11) Sobre o campo magnético da Terra:
- I) é muito fraco e não afeta a natureza em nada.
  - II) existe e é essencial à vida na Terra.
  - III) é invertido em relação aos pólos geográficos da Terra, próximo ao pólo norte geográfico há um pólo sul magnético e vice-versa.
- Para as frases acima, qual alternativa representa corretamente sua veracidade (V) ou falsidade (F) em ordem:
- a) V – V – V
  - b) F – F – F
  - c) F – V – V
  - d) F – F – V
  - e) V – V – F

12) Qual configuração representa melhor o fenômeno de marés?

a)



d)



b)



e) Nenhuma das alternativas.





c)



### A.3 Teste do Módulo 3

O teste a seguir foi utilizado como pré e pós-teste nas turmas onde o trabalho foi aplicado.

NRA: nenhuma resposta anterior

- 1) A teoria do Big-Bang se refere à:
  - a) criação de estrela.
  - b) surgimento de um Criador.
  - c) criação da Terra.
  - d) origem do universo.
  - e) NRA
  
- 2) O que são constelações?
  - a) Grupo de planetas próximos uns dos outros.
  - b) Grupo de asteróides que viajam juntos pelo espaço.
  - c) Grupo de estrelas próximas umas das outras que parecem formar figuras.
  - d) Grupo de estrelas que, aparentemente, estão próximas umas das outras e parecem formar figuras.
  - e) NRA
  
- 3) A figura que melhor representa a forma real de uma estrelas é:
  - a) 
  - b) 
  - c) 
  - d) 
  - e) NRA
  
- 4) As estrelas podem diferir entre si em:
  - a) brilho.
  - b) cor.
  - c) distância até nós.
  - d) brilho, cor e distância até nós.
  - e) NRA
  
- 5) As estrelas são corpos:
  - a) iluminados.
  - b) luminosos.
  - c) sem luz própria.
  - d) depende da estrela.
  - e) NRA
  
- 6) Escolha a alternativa que completa corretamente o parágrafo abaixo:

“Nós vivemos num planeta chamado ..... que possui um ..... chamado Lua. Nosso planeta faz parte do ..... que junto com milhares de outras estrelas e sistemas formam uma ..... chamada de ..... O conjunto de ..... forma nosso .....”

  - a) Terra – satélite – Sistema Solar – Constelação – Via Láctea – Galáxias - universo
  - b) Terra – asteróide – Sistema Solar – Constelação – Via Láctea – galáxias - sistema
  - c) Terra – satélite – Sistema Estelar – Galáxia – Via Láctea – Constelações - universo
  - d) Terra – satélite – Sistema Solar – Galáxia – Via Láctea – galáxias - universo
  - e) NRA
  
- 7) Quando nosso Sol “morrer” ele se transformará em:
  - a) uma anã branca.
  - b) um planeta.
  - c) sumirá sem deixar pistas.
  - d) um buraco negro.
  - e) ele nunca morrerá, isso é uma ficção, de acordo com nosso conhecimento científico atual sabemos que nosso Sol é eterno.

8) De acordo com seus conhecimentos, pode afirmar que o Sol, a estrela do nosso sistema solar, é basicamente constituído de:

- a) rochas
- b) gases
- c) líquidos
- d) rochas e água
- e) gases e poeira

9) Sabemos atualmente que as estrelas evoluem, isto é, nascem, têm um certo tempo de vida e depois “morrem”. A evolução delas deve-se a fenômenos que ocorrem com sua estrutura molecular. No caso do Sol, podemos afirmar que atualmente suas partículas sofrem constantemente:

- a) desintegrações nucleares, emitindo partículas radioativas.
- b) fissão nuclear, liberando pouquíssima energia.
- c) fusão nuclear, liberando muita energia.
- d) ebulição molecular, sem liberação de energia.
- e) NRA

10) Qual o momento em que é possível visualizar a coroa solar?

- a) Ao amanhecer.
- b) Durante o inverno e somente no pólo norte.
- c) Ao entardecer.
- d) Ao meio-dia.
- e) NRA

11) Qual o nome dado à superfície solar, a qual é visível da Terra todos os dias?

- a) Fotosfera .
- b) Biosfera.
- c) Cromosfera.
- d) Solosfera.
- e) Coroa.

## APÊNDICE B

### O SISTEMA SOLAR: UM PROGRAMA DE ASTRONOMIA PARA O ENSINO MÉDIO

#### MÓDULO 1

##### Aula 1

##### Texto: Dos Primórdios a Kepler

Vamos iniciar nosso curso com um pouco de história.

Um panorama da ciência desde os primórdios da humanidade é essencial para que possamos compreender como o pensamento científico evoluiu. Objetivaremos os conhecimentos relacionados à Astronomia.

O interesse dos humanos nas estrelas e no cosmos em geral origina-se no início da humanidade. Parece não existir pessoa que nunca tenha olhado para o céu com um pouco de curiosidade. Para entendermos como o conhecimento científico evoluiu nesses séculos de história, é necessário observar a sociedade como um todo.

Nas atividades científicas mais remotas encontramos a Astronomia, a Cosmologia, a Geometria, ciências que antecederam a Física, principalmente a Mecânica, que faz observações, descrições e previsões dos movimentos.

As ciências citadas anteriormente surgiram com o objetivo de resolver problemas dos mais variados. Por exemplo, a Geometria é mais antiga que a própria Matemática, seu desenvolvimento surgiu com a necessidade de medições de territórios e, posteriormente, medições de ângulos, que também foram utilizados em Astronomia.

Para o desenvolvimento da Astronomia foi necessário olhar o céu e acompanhar o movimento dos astros sistematicamente. De forma prática, o estudo da Astronomia se fez necessário para que a vida coletiva funcionasse melhor e de forma mais organizada. A determinação de tempo (calendários, duração de dias e noites), das estações (frio, calor, enchentes, seca), das marés e das fases da lua são exemplos de conhecimentos imprescindíveis para a economia, a agricultura e outras atividades.

Na seqüência histórica encontramos para datas a.C.:

PITÁGORAS Séc. VI	PLATÃO Séc. V	ARISTÓTENES Séc. IV	ARISTARCO Séc. III	ERATÓSTENES Séc. III	HIPARCO Séc. II
A Música das Esferas	O Mundo das Idéias	Cosmos Perfeito	Heliocentrismo	Raio da Terra	Precessão dos Equinócios

*Linha do Tempo* →

O modelo cosmológico mais antigo - "A Música das Esferas" - foi elaborado por **Pitágoras**. Fundamentado na lei Física mais antiga elaborada com cunho matemático, a lei das cordas vibrantes (relação entre números inteiros e vibração dos corpos, como cordas, por exemplo). As idéias de simetria e a utilização de números para dar sentido ao mundo, conduziu os pitagóricos a acreditarem que todos os astros deveriam girar em torno da Terra em círculos, pois esta é a curva mais simétrica existente. Da mesma forma, céu e Terra deveriam ser esferas perfeitas. Tais teorias afetaram profundamente a ciência, incluindo certamente a Física e a Astronomia, até o Renascimento.

**Platão** influenciou várias gerações de pensadores e cientistas; para ele o importante era o mundo das idéias. Em sua concepção o que observamos não é definitivo e é mutável, pois é uma projeção incorreta da verdadeira idéia. Para Platão o importante eram os pensamentos e não os fatos, por isso, cientificamente falando, era desnecessário e até deselegante, fazer experimentos. A crença de que o mundo físico é transitório e ilusório fez muitos pensadores desconsiderarem as observações do mundo físico, pois tal prática era desnecessária e não retrataria a verdade do mundo das idéias. O idealismo platônico atrasou muito o evoluir científico.

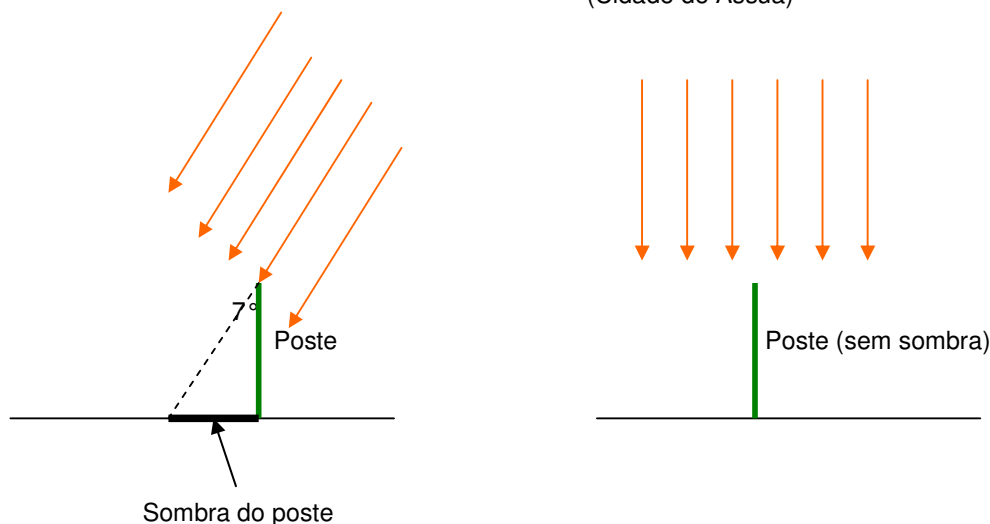
**Aristóteles**, com sua visão de mundo, também contribuiu para a Astronomia com suas idéias. Devemos saber que a Física Aristotélica prevaleceu por aproximadamente 2000 anos, sendo desbancada de seu reinado absoluto pela revolução de Galileu e Newton. A visão de mundo de Aristóteles era fundamentada em idéias que faziam parte do senso comum: *a Terra é imóvel e está no centro de tudo; no cosmos tudo é perfeito e imutável, inclusive os movimentos*. Havia dois mundos, o nosso e o celeste, este último, incrustado de esferas girantes. Os corpos celestes eram feitos da quinta essência ou elemento (os outros seriam a água, ar, fogo e terra). Para ele, a atividade nobre era a teorização (idealismo platônico). Suas idéias fundamentaram o pensamento da Igreja e dos cientistas durante muitos séculos.

**Aristarco** foi o primeiro a propor um sistema Heliocêntrico. Ele achava muito mais lógico o Sol ser o centro do universo do que a Terra, mas suas idéias não foram levadas a sério em sua época. Aristarco também determinou distâncias e tamanhos do Sol e da Lua em relação à Terra.

Seguindo a ordem cronológica, encontramos o matemático **Eratóstenes** no séc. III a. C., em Alexandria. Ele foi um dos primeiros a determinar o raio da Terra com um erro desprezível. Ele utilizou geometria e mediu sombras de objetos (por exemplo, um poste, como na figura abaixo) em Alexandria e em Assuã no mesmo dia e hora. Com essas informações ele pôde deduzir o raio da Terra.

Raios solares (Cidade de Alexandria)

Raios solares perpendiculares ao solo (Cidade de Assuã)



O que Eratóstenes fez para determinar o raio da Terra ?

Verificou que, em Alexandria, o ângulo formado entre uma reta perpendicular ao solo e os raios de Sol era de  $7^\circ$ , no primeiro dia de verão, ao meio-dia local. Relacionando esse valor com um círculo, podemos dizer que  $7^\circ$  equivalem a  $\frac{1}{50}$  de uma circunferência, ou seja, de  $360^\circ$ .

Como ele já sabia que em Assuã, naquele dia e hora, o Sol incidia perpendicularmente ao solo, essa cidade deveria estar  $7^\circ$  deslocada em relação a Alexandria. Como a distância entre as cidades era de 5000 estádios (estádio era uma unidade de medida da época) ele determinou:

Se  $7^\circ$  correspondem a  $\frac{1}{50} \cdot 360^\circ$  e esse valor é igual a **5000 estádios** (unidade da época) então:

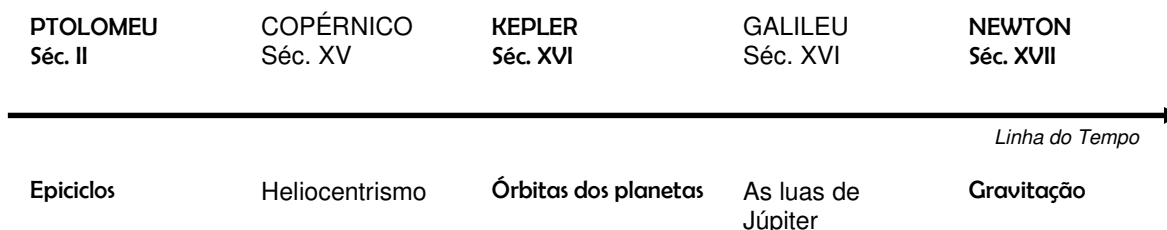
$$\frac{1}{50} \cdot 360^\circ = 5000 \quad \text{ou} \quad 360^\circ = 50 \cdot 5000 \text{ estádios}$$

Ou seja, uma circunferência completa da Terra,  $360^\circ$ , valem 250 000 estádios. Esse valor é bem próximo do conhecido hoje e fazendo a conversão de estádios para metros, o erro é de aproximadamente 1%. É importante salientar que os gregos usavam diferentes tipos de estádios, no caso aqui exposto, estamos considerando que 1 estádio é igual a  $\frac{1}{6}$  km.



Para finalizar o histórico da Astronomia da época antes de Cristo, comentemos os feitos de **Hiparco**. Grande astrônomo da era pré-cristã, com suas observações catalogou centenas de estrelas caracterizando-as por posição e brilho. Ele atribuiu números de 1 a 6 ao brilho das estrelas (magnitude) e as classificou em ordem decrescente, 1 para a mais brilhante e 6 para as de brilho mais fraco. Hiparco fez cálculos de duração do ano terrestre, distância e tamanho da Lua em relação à Terra com erros muito pequenos. Ele também determinou com precisão coordenadas celestes, como os pólos e até o movimento de precessão do eixo terrestre (movimento que leva 26 000 anos para completar um ciclo).

Dando seqüência à Linha do Tempo iniciada anteriormente, encontramos para datas d. C.:



Na Antigüidade, séc. II d.C., encontramos **Ptolomeu**, que é considerado o maior astrônomo da época por ter criado um modelo teórico para explicar o movimento dos planetas. Era um modelo geocêntrico e geostático que utilizava superposição de círculos com vários centros, raios e velocidades. Esse modelo foi divulgado na obra “Almagesto”. Seu modelo era coerente com a Mecânica de Aristóteles, era capaz de prever o movimento do Sol, da Lua, dos cinco planetas conhecidos e também eclipses. Suas teorias vigoraram por mais de 1000 anos.

A grande maioria de nós já estudou história e deve lembrar do Renascimento, época do surgimento da burguesia que se opunha ao poder de príncipes e reis. Essa fase foi marcada por grandes transformações e descobertas como: a evolução do comércio (trocas de mercadorias, surgimento de bancos, circulação de bens e dinheiro), a famosa reconquista da cidade de Constantinopla e a conseqüente busca de novas rotas marítimas pelos europeus. Todas essas mudanças afetaram não só o social e moral, mas também os ramos da ciência, da filosofia e da religião.

É lançada então a obra: “Das Revoluções dos Corpos Celestes” de **Copérnico** (séc. XV d.C.). Tal obra retoma o sistema heliocêntrico sugerido por Aristarco de Samos mais de 1000 anos antes (séc. III a.C.). As teorias de Copérnico tiram o homem do centro do mundo, trazendo implicações religiosas bastante profundas no final do século XV início do XVI. Seu sistema tinha uma cinemática diferente da Aristotélica e o Sol como centro. Devemos lembrar que a religião acreditava que o homem era o centro de tudo, inclusive do universo. Ainda acredita-se que Deus nos deu vida, por isso, somos seres muito especiais, mas na Antigüidade, supor que a Terra (morada do ser humano) não era o centro do universo feria essa “verdade” religiosa.

Infelizmente, para Copérnico, ele não conseguia explicar a atração sofrida pelos corpos na direção da Terra e não do Sol. Outra questão inexplicada era o que causava objetos, ao serem lançados para cima, voltarem às nossas mãos, mesmo com a Terra em movimento. Ainda, por que não somos lançados para fora da Terra se ela está em movimento? E mais, por que as estrelas parecem não se mover?

De qualquer forma, Copérnico foi reconhecido pelos seus contemporâneos, mas seus modelos não eram aceitos como verdadeiros fisicamente. Eram apenas modelos matemáticos interessantes. Faltava para a sua teoria provar que a Terra se move, compor uma nova Mecânica e uma teoria da gravidade.

**Tycho Brahe**, na segunda metade do século XVI, faz muitas observações utilizando verba real que durante um certo tempo ganhava com folga. Desta forma armazena uma grande quantidade de dados que precisavam ser analisados por alguém de confiança e que realmente entendesse do assunto.

O encontro de Brahe e **Kepler** foi providencial. Kepler se dispõe a analisar os dados de Brahe, na verdade, dois homens geniosos e que não se davam muito bem mas, que precisavam um do outro. Ele aprimora o sistema de Copérnico e conclui: os astros não realizam movimento circular uniforme! Observemos que nessa época a Igreja estava em crise, o Protestantismo avançava, estava instituída a Contra Reforma e a caça aos que eram contra os dogmas da Igreja.

De qualquer modo dogmas foram derrubados: as órbitas dos planetas são elípticas e a velocidade não é constante. O próprio Kepler ficou abismado com suas descobertas, pois era um homem religioso; durante algum tempo ele ainda tentou usar a idéia da Santíssima Trindade para suas teorias, mas acabou por abandoná-la. Para sua satisfação, conseguiu encontrar relações entre as velocidades dos planetas e as notas musicais, retomando a idéia grega de Pitágoras sobre a musicalidade do cosmos.

Vejamos as três leis que Kepler formulou (na próxima aula elas serão explicadas detalhadamente):

- 1) *As órbitas dos planetas, em torno do Sol, são elípticas.*
- 2) *A reta, que une o centro do Sol ao centro do planeta, varre áreas iguais em tempos iguais.*
- 3) *O quadrado do período de revolução de um planeta é proporcional ao cubo da distância média dele ao Sol.*

### **Questionário sobre o texto “Dos Primórdios a Kepler”**

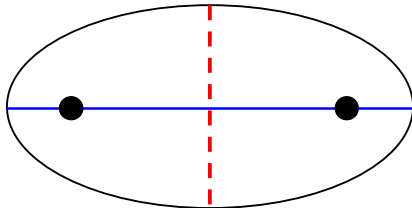
- 1) Cite as ciências mais antigas mencionadas no texto.
- 2) No caso da Astronomia, por que houve a necessidade de ela surgir como ciência?
- 3) Explique o que é o Idealismo Platônico.
- 4) Segundo Aristóteles, quais os mundos que existiam?
- 5) Por que, segundo Aristóteles, os astros deveriam necessariamente, realizar movimento circular?
- 6) Qual foi o grande feito de Eratóstenes?
- 7) Ptolomeu descreveu um modelo de sistema solar. Utilizando duas palavras escreva como era o modelo criado por ele. Qual o significado dessas definições?
- 8) O modelo de Ptolomeu era coerente com a filosofia Aristotélica. Suas idéias divulgadas no livro “Almagesto” foram aceitas por mais de 1000 anos. Quais os fenômenos que esse modelo conseguia explicar?
- 9) Copérnico começou uma revolução na Astronomia. Por quê?
- 10) Cite duas questões que o modelo de Copérnico não explicava.
- 11) Tycho Brahe contribuiu muito para a Astronomia atual, como?
- 12) Para a Filosofia Aristotélica, Kepler fez uma descoberta que mudava profundamente os conceitos antigos de cosmos, e isso aparece logo na 1ª Lei de Kepler. Explique.

## Aula 2

### Texto: As Leis de Kepler

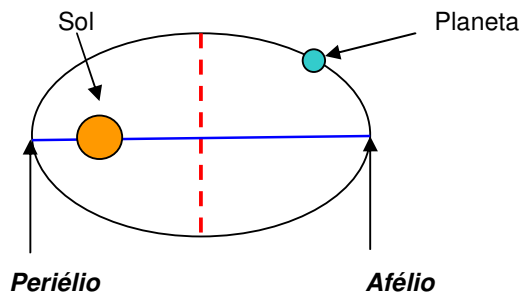
#### 1) “As órbitas dos planetas em torno do Sol, são elípticas com o Sol localizado num dos focos.”

Para facilitar, vamos entender o que é uma elipse: forma geométrica de um círculo achatado, tendo dois eixos principais: o eixo maior e o eixo menor. Uma elipse sempre tem dois focos que se localizam um em cada semi-eixo maior, e tão mais afastados do centro da elipse quanto mais achatada ela for. Veja a figura:



Na figura ao lado está representada uma elipse com seus eixos e focos. Observe que a linha tracejada é o eixo menor e a linha cheia, o eixo maior. Os círculos pretos indicam os focos.

No desenho abaixo, assinalamos duas posições “especiais” da órbita do planeta: a posição em que ele se encontra mais próximo do Sol, chamada periélio, e a posição em que ele se encontra mais afastado, chamada afélio. Note que, se a órbita fosse perfeitamente circular, como se acreditava antes de Kepler, o planeta manteria a mesma distância ao Sol em todos os pontos da órbita.



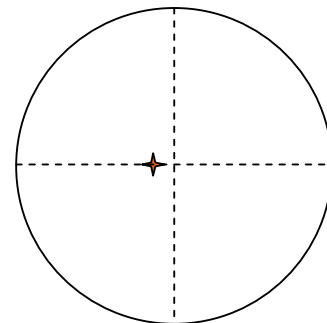
Na figura à esquerda, uma elipse representa a órbita de um planeta. Aqui o achatamento da elipse está exagerado para melhor observarmos os detalhes. Note que a distância do planeta ao Sol, varia ao longo do ano.

O círculo maior representa o Sol e o menor o planeta.

Para concluirmos a primeira lei, é importante salientar que as órbitas dos planetas não são elipses tão achatadas como as que desenhamos, na verdade, elas são “quase” círculos.

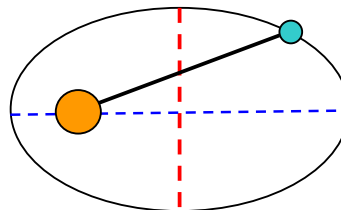
Podemos observar na próxima figura que representa verdadeiramente a órbita do planeta Marte, praticamente um círculo que tem o Sol levemente deslocado do centro.

Na figura, o encontro das linhas tracejadas indicam o centro da órbita e a forma em cruz de cor laranja, indica a posição do Sol, deslocado do centro.

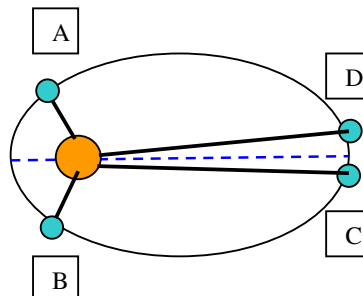


2) “A reta que une o centro do Sol ao centro do planeta, varre áreas iguais em tempos iguais”.

Vamos devagar para compreender o que esta lei significa. De acordo com o desenho ao lado, traçamos uma reta do centro do Sol ao centro do planeta.

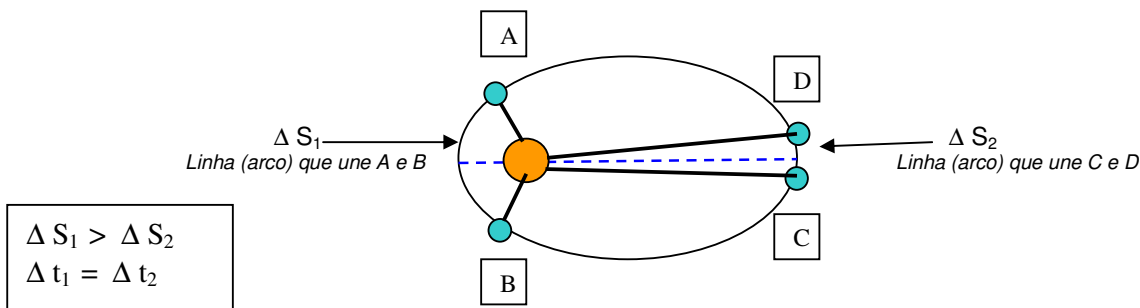


Conforme o planeta vai se deslocando a reta imaginária vai varrendo áreas dentro da elipse. Consideremos então duas áreas em posições opostas: a área 1, próxima ao Sol, determinada pelas posições A e B do planeta; e a área 2, determinada pelas posições C e D. Considerando que essas áreas são iguais, isso significa, de acordo com a Segunda Lei de Kepler, que o tempo necessário para a linha reta que une o planeta ao Sol varrer a área 1 é igual ao tempo necessário para essa linha varrer a área 2.



Até aqui tudo entendido?

Continuando... Se as áreas 1 e 2 são iguais e o tempo para percorrê-las também então, para ir de A até B e de C até D, o planeta leva o mesmo tempo ( $\Delta t_1 = \Delta t_2$ ). Porém, observe que a trajetória percorrida na área 1 é maior que aquela na área 2 ( $\Delta S_1 > \Delta S_2$ ).



A velocidade linear do planeta ao longo da sua órbita é determinada pela equação:  $v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$

Se calcularmos as velocidades  $v_1$  e  $v_2$ , correspondendo aos deslocamentos lineares das áreas 1 e 2, respectivamente, teremos resultados diferentes! Isso porque os deslocamentos não são iguais, mas os tempos sim. Na verdade, a Segunda Lei de Kepler mostra algo importante:

*A velocidade orbital de um planeta não é constante. Quando o planeta se aproxima do Sol sua velocidade aumenta (movimento acelerado) e ao se afastar tem sua velocidade diminuída (movimento retardado). Um deslocamento maior ( $\Delta S_1$ ) realizado no mesmo tempo que o deslocamento menor ( $\Delta S_2$ ) resulta em valores de velocidade diferentes para os pontos de periélio e afélio. Na verdade, temos  $v_1 > v_2$ .*

### 3) “O quadrado do período de revolução de um planeta é proporcional ao cubo da distância média dele ao Sol.”

Matematicamente, escrevemos a frase acima da seguinte forma:  $T^2 = k \cdot a^3$ , onde  $T$  é o período de revolução,  $a$  é distância média ao Sol e  $k$  é uma constante que, para qualquer planeta do nosso sistema, tem o mesmo valor. A distância média ao Sol é igual ao semi-eixo maior da órbita do planeta.

Na prática, significa que o período  $T$  de revolução de um planeta, depende da distância média  $a$  dele ao Sol, isto é, quanto maior a distância, mais tempo ele leva para completar uma volta em torno da nossa estrela. Cabe reforçar que essa dependência não é linear, pois depende do quadrado do período e do cubo do semi-eixo maior da órbita (ou distância média).

Vejam um problema resolvido: O planeta Urano fica 19,18 vezes mais distante do Sol do que a Terra. Sabendo que o período de translação da Terra é de 1 ano, determine o período de Urano.

Solução:

Dados:  $T_{\text{Terra}} = 1$  ano

$T_{\text{Urano}} = ?$

$a_{\text{Urano}} = 19,18 a_{\text{Terra}}$

Se o valor de  $k$  é o mesmo para qualquer planeta,  $k_{\text{Terra}} = k_{\text{Urano}}$  (1), portanto, se isolarmos o  $k$  na equação da Terceira Lei de Kepler, teremos:  $k = \frac{T^2}{a^3}$  (2)

Para resolver esse tipo de questão, substituímos a equação (2) na igualdade (1), assim:

$$k_{\text{Terra}} = k_{\text{Urano}} \quad (1)$$

$$\frac{T_{\text{Terra}}^2}{a_{\text{Terra}}^3} = \frac{T_{\text{Urano}}^2}{a_{\text{Urano}}^3} \quad \rightarrow \quad \frac{1^2}{a_{\text{Terra}}^3} = \frac{T_{\text{Urano}}^2}{(19,18a_{\text{Terra}})^3} \quad \text{isolando o } T_{\text{Urano}}, \text{ encontramos:}$$

$$T_{\text{Urano}}^2 = \frac{1^2 \cdot (19,18a_{\text{Terra}})^3}{a_{\text{Terra}}^3} \quad \text{simplificando } a_{\text{Terra}}^3 \text{ ficamos com} \quad T_{\text{Urano}}^2 = 19,18^3$$

$$T_{\text{Urano}} = \sqrt{7055,8} \cong 84 \text{anos}$$

## Exercícios sobre Leis de Kepler

### Problemas

- 1) De acordo com o que estudamos sobre a 2ª Lei de Kepler, sabemos que há diferença na velocidade de um planeta ao longo de sua trajetória. Um móvel ao aumentar sua velocidade faz movimento acelerado e ao diminuir sua velocidade faz movimento retardado, sabendo disso faça um desenho da trajetória de um planeta e indique onde o movimento é acelerado e onde é retardado.
- 2) A distância média do planeta Júpiter em relação ao Sol é cerca de cinco vezes a distância média da Terra ao Sol. Sabendo que o período de translação da Terra é 1 ano, descubra o valor do período de Júpiter utilizando a terceira Lei de Kepler.
- 3) Já existem catalogados, em nossa galáxia, outros sistemas planetários similares ao nosso. Vamos supor que um desses sistemas seja formado de três planetas, os quais descrevem órbitas elípticas em torno de uma estrela obedecendo as Leis de Kepler. De acordo com os dados obtidos, foi possível determinar que o planeta do meio tem um período de revolução de 240 dias terrestres. Determine em dias terrestres o período de translação do primeiro e do terceiro planetas, sabendo que o planeta mais próximo da estrela está a uma distância quatro vezes

menor que a do planeta intermediário, e o planeta mais distante, a uma distância quatro vezes maior que a do segundo planeta.

- 4) A distância média de Marte ao Sol é 50% maior que a distância da Terra ao Sol. Nesse caso, encontre o tempo necessário para que Marte, o planeta vermelho, dê uma volta completa em torno do Sol. Utilize o período da Terra em anos.
- 5) A distância média de Mercúrio ao Sol é de  $0,58 \cdot 10^8$  km. A distância média da Terra ao Sol é de  $1,50 \cdot 10^8$  km. De posse dessas informações, determine o período de translação de Mercúrio sabendo que o da Terra é de 365 dias.
- 6) O planeta anão Plutão tem a maior distância média do Sol: cerca de 39,3 vezes a distância média da Terra ao Sol. Calcule o tempo necessário para que esse planeta complete uma volta em torno do astro rei do nosso sistema planetário. Utilize o período da Terra em anos (1 ano).

### Aula 3

Atividade de Internet: Leis de Kepler

Na Internet, busque o site: <http://astro.if.ufrgs.br>. Você entrará numa página chamada Astronomia e Astrofísica de dois professores da UFRGS. Lá deverá entrar no link para *Simulação das Leis de Kepler* (1). Agora leia com atenção a página introdutória e siga as instruções abaixo preenchendo corretamente o que se pede.

- 1) O modelo de Copérnico estava próximo de explicar o movimento dos planetas. De qual planeta, a órbita observada deixou clara a existência de diferenças entre o modelo de Copérnico e a realidade? Por que?
- 2) Clique no link da *1ª Lei*. Você entrará numa página com um applet e um texto. De acordo com o texto qual a característica da órbita elíptica? Qual a posição que a Terra ocupa?
- 3) Podemos alterar a excentricidade (medida do achatamento da elipse) da órbita utilizando o *mouse* para mover a flecha na barra colorida que está logo acima do botão “*eccentricity*” (excentricidade). Quando ela vale zero, qual a forma da órbita?
- 4) Aumente a excentricidade dentro da escala verde. O que ocorre com a forma da órbita?
- 5) E se colocar a flecha na parte vermelha?
- 6) O satélite e a Terra estão em escala?
- 7) Retorne em *Leis de Kepler*. Clique no link da *2ª Lei*. Leia com atenção o texto explicativo. Observando o movimento do satélite, o que você verifica de diferente na velocidade dele ao longo da trajetória?
- 8) O que ocorre se colocar primeiro o percentual da área varrida em 10% e depois em 20%? Explique o que vê no applet.
- 9) Retorne em *Leis de Kepler*. Clique no link da *3ª Lei*. Leia com atenção o texto explicativo. Observe que a altura da órbita geosincronizada é 35 784 km, como está no texto abaixo do simulador. O que é uma órbita geosincronizada?
- 10) Compare as *velocidades* do satélite caso você o coloque em, aproximadamente, 10 000 km de altitude e depois em 30 000km de altitude.
- 11) Utilizando os valores de altitude da questão 10 e os períodos correspondentes, verifique se a 3ª Lei de Kepler se cumpre, ou seja, verifique se a constante  $k$  é, aproximadamente a mesma, nos dois casos. Use o raio da órbita em km e o período em horas. Use o raio da Terra igual a 6370km.
- 12) Se escolher ver a trajetória do Ônibus Espacial (*Shuttle*) clicando no botão específico, o que observa na trajetória?
  - a) Qual o valor da altitude desse objeto?
  - b) E qual o período de translação dele em torno da Terra?

(1) Nasa Observatorium, 1997. Disponível em: [http://observe.orc.nasa.gov/nasa/educative/refence/orbits/orbit\\_sm.html](http://observe.orc.nasa.gov/nasa/educative/refence/orbits/orbit_sm.html) Versão em português disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/orbits.orbit.htm>

## Aula 4

### Texto: De Galileu a Newton

**Galileu Galilei** viveu na mesma época de Kepler e Tycho, séculos XVI e XVII, e resolveu checar algumas teorias científicas experimentalmente, o que provocava problemas para uma época ainda dominada pelo platonismo (mundo das idéias era mais importante que o da experimentação).

Galileu, desde pequeno, foi interessado por ciência, tinha gênio forte e espírito independente e rebelde. Desafiava os colegas mais velhos e por isso logo teve que mudar-se e procurar lugares menos conservadores. Em Pádua, em torno de 1610, voltou-se para a Astronomia e no seu livro *Mensageiro Sideral* faz relatos importantes. Graças aos seus conhecimentos científicos desenvolveu seus próprios telescópios com capacidades de ampliação maiores do que as que existiam na época. Com eles observou as crateras e montanhas da Lua, a miríade de estrelas que forma a Via Láctea, quatro satélites que acompanhavam o planeta Júpiter e as manchas solares. Ele foi um dos primeiros a fazer tais observações e elas foram bombásticas!

Primeiro, afirmar que a Lua tinha imperfeições, montanhas e crateras, era ir contra a perfeição do mundo celeste defendido por Aristóteles. Lembre-se que as idéias aristotélicas e platônicas ainda eram consideradas verdadeiras.

Segundo, observar luas em outro planeta era inadmissível, pois se a Terra era o centro do universo tudo giraria em torno dela e portanto, nenhum outro astro deveria ter luas girando em torno de si. E mais, acreditava-se que a Terra era imóvel, pois se não fosse, a Lua não poderia girar em torno dela sem ficar para trás! Mas como explicar que Júpiter, que se movia, ainda arrastasse luas consigo?

Galileu prossegue suas pesquisas, desenvolve o Método Científico e continua suas descobertas no ramo da Física. Publica grandes sucessos como *O Ensaíador e Diálogo sobre os Dois Principais Sistemas do Mundo*. Nesse último faz discussões sobre concepções gerais do universo, experiências para provar a imobilidade da Terra, examina fenômenos celestes (movimento anual da Terra em torno do Sol), e terrestres (marés).

Após a divulgação de suas descobertas, foi obrigado pela Igreja a escrever um posfácio retratando-se e admitindo ser a ciência aristotélica a única fonte de verdade. Ele foi condenado pela inquisição e só foi poupado da fogueira porque se retratou e porque tinha idade avançada.

Morre Galileu, nasce Newton. Ano de 1642.

**Isaac Newton** desde criança construía engenhocas de madeira, moinhos, carros e outros artefatos. Era introvertido, sem muitos amigos, dedicou sua vida ao saber. Era um homem religioso, acreditava num único e eterno Criador. Sua busca pelo conhecimento da Natureza era como desvendar os Dez Mandamentos ditados por Deus, aquele que tudo governa.

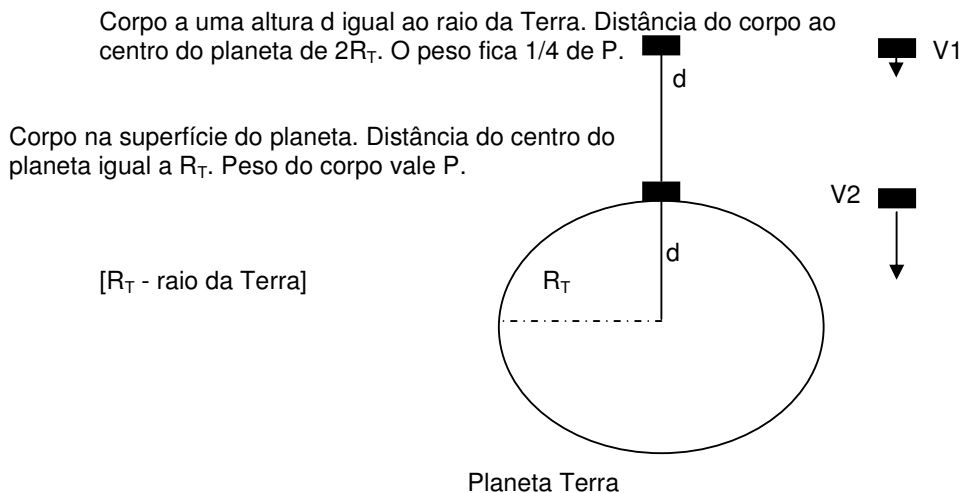
Boa parte de suas conquistas foram alicerçadas nos trabalhos dos que o antecederam, como por exemplo, Galileu. Newton trabalhou na Lei da Gravidade percebendo que a atração sofrida por uma maçã caindo sobre a Terra e pela Lua orbitando em torno do planeta tinham algo em comum, uma força que as puxava para o centro da Terra. A relação dessa força com o inverso do quadrado da distância entre os corpos envolvidos ficou definida. A mesma **Lei do Inverso do Quadrado** que descreve como a força gravitacional decai com a distância é válida para qualquer outro fenômeno em que uma fonte localizada se espalha uniformemente no espaço ao redor, por exemplo: a luz que sai de uma vela acesa, o som produzido por um jogador chutando uma bola, uma explosão, uma pistola de tinta sendo acionada, etc.

Para entendermos como essa relação funciona na gravitação, primeiro devemos perceber que é uma relação inversa, isto é, quanto maior a distância entre um objeto e o centro da Terra, por exemplo, menor será a força de atração entre eles. Quando falamos da força de atração entre um objeto e a Terra chamamos essa grandeza de *peso*. O peso de qualquer corpo diminui na medida em que esse se afasta da superfície da Terra. Exemplificando: se uma pessoa pesa 500N sobre a superfície da Terra, quando ela estiver a uma distância duas vezes maior do centro do planeta, isto é, a uma altura igual ao raio da Terra, ela terá um peso quatro vezes menor! Aumentar a distância em 2 vezes, implica em diminuir a força (peso) em 4 vezes. Assim, se para uma distância **d** a força tem

intensidade **F** então, quando a distância passa a ser **2.d**, a intensidade fica  $\frac{F}{2^2} = \frac{F}{4}$ .

Observe o desenho abaixo onde um corpo colocado na superfície da Terra tem peso P e quando sua distância do centro do planeta dobra, seu peso cai a 1/4 de P.





V1 indica o Vetor 1 que indica a força gravitacional ( $\frac{P}{4}$ )

V2 indica o Vetor 2, que é a força gravitacional na superfície do planeta ( $P$ )

Matematicamente, escrevemos:

Força Gravitacional  $\propto \frac{1}{d^2}$

A força gravitacional é inversamente proporcional ao quadrado da distância.

Na verdade, foram cerca de duas décadas para que a Lei da Gravitação Universal ficasse pronta e demonstrada matematicamente. Newton conseguiu provar as relações entre velocidades iniciais dos corpos e suas órbitas, fossem elas circulares, elípticas, parabólicas ou hiperbólicas. As Leis de Kepler também ficaram demonstradas e o lançamento de projéteis sobre a superfície terrestre (trajetória em forma de parábola) foi determinado matematicamente na sua obra *Os Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*.

Para demonstrar a Lei da Gravitação Newton utilizou conhecimentos sobre movimento circular (força centrípeta, período) e as Leis de Kepler. Ele sabia que dada a velocidade de translação da Lua seu movimento deveria seguir uma linha reta, visto que isso não ocorria ele concluiu que a Lua "caia" na direção da Terra, assim como a maçã.

A Lua é puxada constantemente na direção da Terra mas, pelo fato de ela ter uma velocidade perpendicular à aceleração, em vez de cair diretamente em direção à Terra ela vai descrevendo uma trajetória curva parecida com a de uma pedra que é lançada com velocidade paralela ao solo. Como a Lua tem velocidade muito grande, ela "demora muito para cair", e "cai" fora da Terra. Diz-se que a Lua tem velocidade tangencial e aceleração centrípeta, as quais surgem de uma força inerente à matéria, a gravidade.

**"Matéria atrai matéria na razão direta do produto das massas e inversamente ao quadrado da distância entre elas."**

Matematicamente a Lei da Gravitação fica expressa assim:

$$F = \frac{G \cdot M \cdot m}{d^2}$$

Na expressão acima as grandezas representam: F (força gravitacional, unidade - N), G (constante da gravitação universal), M (massa do Sol, unidade - kg), m (massa do planeta, unidade - kg), d (distância entre o centro do Sol e do planeta, unidade - m). O valor de G foi medido pela primeira vez no século XVIII por Henry Cavendish.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2 / \text{kg}^2$$

É importante lembrar que Newton trabalhou nas leis do movimento (as famosas Três Leis de Newton) que deram novo rumo à Mecânica. Essas leis tratam de interações de contato entre corpos, diferentemente da Lei da Gravitação que trata de uma interação à distância. A descrição da força gravitacional é clara, mas a causa dela, Newton não encontrou.

Essa mesma gravidade que é responsável por atrair a maçã e a Lua, faz com que a Terra, o Sol e a Lua sejam redondos. Toda matéria atrai matéria, qualquer aresta realmente grande que existisse na superfície da Terra já teria sido atraída para o centro; dessa forma, todos os pontos da superfície estão praticamente equidistantes do centro de gravidade. Você poderia alegar que arestas ainda existem, por exemplo o Monte Everest com 9000m de altura, o pico mais alto do planeta! Bem, façamos uma suposição: numa escala de 1cm = 1000km a Terra teria um diâmetro de 12cm e, para representarmos o Everest na sua superfície, fariamos um pico de 0,009cm, ou seja, menos de  $\frac{1}{10}$  mm! Podemos então dizer que a Terra é redonda! Os picos que existem no relevo terrestre, por maiores que sejam, não representam algo significativo; dessa forma, percebe-se que a gravidade atraiu toda a matéria possível do planeta na direção do seu centro dando a forma que ela tem hoje.

Da mesma forma, não é só o Sol que influencia os planetas ou só a Terra que influencia a Lua. Todos os astros Sol, planetas, satélites exercem forças gravitacionais uns sobre os outros. Um exemplo clássico dessa influência é a descoberta do planeta Netuno, na década de 1840. Enquanto os cientistas estudavam a órbita do planeta Urano percebiam perturbações que não eram explicadas pela força gravitacional dos outros planetas já conhecidos. Então, a explicação era a existência de um oitavo planeta. Os cálculos foram feitos e a observação comprovou: *o planeta Netuno realmente existia!*

## Satélites

Um satélite que orbita em torno do planeta Terra é um corpo que cai ao redor da Terra, e não para o centro dela. Quando um objeto está em órbita, sua velocidade é tal que a distância de queda se iguala à curvatura da Terra então, o objeto não chega ao chão. Newton interpretou o movimento da Lua dessa forma e transferiu esse raciocínio para qualquer corpo colocado em órbita. Ele pensou numa bala de canhão que ao ser lançada descreve uma trajetória curva; caso a velocidade da bala seja grande o suficiente para que sua trajetória seja um círculo, ela circularia a Terra e, portanto, estaria em órbita. Isso indica que a bala ou a Lua tem velocidade tangencial suficiente para manter-se em movimento ao redor da Terra.

A velocidade de um corpo em órbita (satélite) deve ser tal que mantenha equilibrada as forças que atuam nele. Essa velocidade depende diretamente da massa do planeta, a qual é determinante da gravidade. Isso significa que quanto mais massa tem o planeta, maior sua aceleração da gravidade e, maior será a velocidade necessária ao satélite para se manter em órbita.

Para calcularmos a velocidade de um satélite usamos a equação a seguir. Veja a legenda:

v → velocidade do satélite

G → constante gravitacional

M → massa do planeta em torno do qual o satélite orbita

d → distância do satélite ao centro do planeta

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{d}}$$

Nessa equação identificamos claramente que a velocidade de um satélite depende diretamente da massa do planeta e inversamente da distância do satélite ao centro do planeta. Isso significa que quanto maior a massa do planeta, maior deverá ser a velocidade de translação do satélite e quanto mais distante o satélite for colocado menor velocidade será necessária.

Se um objeto qualquer, tentasse orbitar próximo à superfície, dentro da atmosfera, ficaria torrado! O atrito com o ar seria tanto que incendiaria tal objeto; por isso os satélites são colocados em órbita a altitudes de no mínimo 150km, ficando acima da atmosfera e praticamente livres da resistência do ar. O atrito com o ar faria o satélite perder velocidade e, desta forma, ele iria cair.

## Exercícios sobre o texto “De Galileu a Newton”

### Problemas

- 1) Dados dois objetos de massa  $m_X = 9\text{kg}$  e  $m_Y = 4\text{kg}$  e separados por uma distância de 6m, calcule a força gravitacional entre eles.
- 2) Determine a força de atração gravitacional entre o Planeta Terra e a Lua. A massa da Lua é  $\frac{3}{4} \cdot 10^{23}\text{kg}$  e a massa do nosso planeta é  $6 \cdot 10^{24}\text{kg}$ . A distância entre o centro da Terra e o centro da Lua é de  $3,84 \cdot 10^8\text{m}$ .
- 3) Um objeto tem peso X quando está sobre a superfície de um planeta hipotético. Considerando essa distância inicial como R, determine o que se pede caso esse objeto seja colocado numa altura equivalente a dois raios do planeta:
  - a) Qual será o novo valor da distância do objeto ao centro do planeta?
  - b) Qual o novo valor do peso do objeto?
- 4) Um objeto tem peso de 450N na superfície de um planeta. Caso a distância ao centro do planeta aumente de d para 5d, qual será o novo valor do peso?
- 5) Um satélite de 15 toneladas deverá ser colocado em órbita a uma altura de 200km. Determine sua velocidade para que se mantenha orbitando em torno do planeta. Use o raio terrestre como  $6500\text{km}$  ( $6,5 \cdot 10^6\text{m}$ ). Use  $G = 6,7 \cdot 10^{-11}\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ .
- 6) Visto que a Lua é um satélite terrestre, determine a velocidade que ela deve ter para se manter em órbita. Obtenha os dados no problema 2.

### Questões de Revisão

- 7) Quais foram as observações astronômicas importantes que Galileu fez com telescópios que ele próprio construiu?
- 8) Por que observar irregularidades na superfície lunar era algo que causava espanto e perturbava as teorias científicas do século XVII?
- 9) Qual foi a observação feita por Galileu que contradizia o modelo geocêntrico? Explique.
- 10) Qual a relação entre a força gravitacional e a distância entre os objetos?
- 11) Defina a relação entre a força gravitacional e as massas dos objetos?
- 12) Quem determinou o valor de G (constante gravitacional) pela primeira vez? Quando isso aconteceu?
- 13) Qual a explicação para que nosso planeta seja redondo?
- 14) Por que a descoberta do planeta Netuno foi importante? Explique como ela ocorreu?
- 15) Qual a diferença entre um objeto que cai na superfície terrestre e um satélite em órbita?
- 16) Qual a altitude mínima para um satélite ser colocado em órbita? Por quê?
- 17) Com base no que o texto explica, diga porque a velocidade de translação de um satélite, depende da massa do planeta.
- 18) Descreva a relação entre a velocidade de um satélite e sua distância do centro do planeta?
- 19) Para discutir: *Qual a diferença fundamental entre as famosas Três Leis de Newton e a Lei da Gravitação Universal?*

## Aula 5

### Atividade Prática: Construindo um Sistema Solar numa tira de papel

Essa atividade foi elaborada com base numa sugerida pelo site Oficina de Astronomia (CANALLE, <http://152.92.4.67/cursos/astronomia/index.html>). Uma sugestão é dividir a turma em grupos e aproveitar a tarefa para dar algumas características dos planetas como tamanho, "cor", tipo (rochoso ou gasoso) e características específicas (como por exemplo, manchas). É interessante providenciar lápis de cor, de cera e canetas hidrocor para os alunos desenharem os planetas.

Para darmos uma idéia correta das distâncias médias dos planetas ao Sol, elas serão reduzidas através de uma escala encontrada na tabela 1. Nela, adotamos a escala de 1 cm para cada 10 milhões de quilômetros, nesse caso, teremos Mercúrio, por exemplo, a 5,8 cm do Sol, pois sua distância média ao Sol é de 58 milhões de quilômetros; Vênus estaria a 10,8 cm do Sol, pois sua distância média é de 108 milhões de quilômetros, e assim por diante para os demais planetas.

O professor deve providenciar folhas de papel para os alunos e orientá-los na construção de uma tira com largura de, aproximadamente, 10cm e comprimento de 6m.

A primeira opção, a qual é encontrada no site mencionado anteriormente, é desenharmos uma bolinha (com 1 ou 2 mm de diâmetro) numa das extremidades da tira para representar o Sol, a partir dessa bolinha desenharmos outra a 5,8 cm para representar Mercúrio, Vênus estaria a 10,8 cm do Sol, a Terra fica a 15,0 cm do Sol, e assim, sucessivamente até Plutão conforme mostra a tabela 1 (todas as distâncias são em relação ao Sol, ou seja, a primeira bolinha). Colocar o nome do Sol e de cada planeta sobre cada bolinha. Esticar a tira para termos uma visão exata da distribuição das distâncias médias dos planetas ao Sol.

Normalmente, os alunos começam a questionar sobre as características de cada planeta durante a construção da tira de papel, então, podemos incrementar a atividade desenhando os planetas coloridos e com tamanhos proporcionais. Como o Sol é muito maior que os planetas deixamos ele fora de escala e avisamos isso aos alunos (ele seria desenhado com um diâmetro cerca de cem vezes o diâmetro da Terra!). Depois, utilizamos a tabela 2, onde o maior planeta do sistema solar, Júpiter, foi colocado em escala para preencher toda a largura da tira de papel. Se o objetivo for expor os trabalhos, pode-se fazer as tiras com uma largura maior, por exemplo, 20cm e, a partir daí, dobrar os valores da terceira coluna da tabela 2. Desta forma, teremos planetas maiores e será mais fácil de pintá-los. Importante: lembre-se que as escalas das tabelas 1 e 2 são diferentes.

TABELA 1: DISTÂNCIAS MÉDIAS DOS PLANETAS AO SOL

Planeta	Distância média ao Sol (km)	Distância ao Sol na escala adotada (cm)
Mercúrio	57.910.000	5,8
Vênus	108.200.000	10,8
Terra	149.600.000	15,0
Marte	227.940.000	22,8
Júpiter	778.330.000	77,8
Saturno	1.429.400.000	142,9
Urano	2.870.990.000	287,1
Netuno	4.504.300.000	450,4
Plutão	5.913.520.000	591,4

Escala: 10 milhões de km equivale a 1cm.

TABELA 2: DIMENSÕES DOS PLANETAS

Planeta	Diâmetro (km)	Diâmetro na tira de papel (cm)
Mercúrio	4878	0,3
Vênus	12100	0,8
Terra	12756	0,9
Marte	6786	0,5
Júpiter	142984	10
Saturno	120536	8,4
Urano	51108	3,6
Netuno	49538	3,5
Plutão	2350	0,2

Escala: 14298,4km equivale a 1cm

### Texto Complementar: Nosso Sistema Solar

Oficialmente, nosso Sistema Solar, é formado por uma estrela central de meia idade chamada de Sol, o qual, é orbitado por 8 planetas entre outros objetos celestes que vagam pelo sistema. Até agosto de 2006 eram 9 os planetas, mas então foi criada uma nova categoria de corpos do Sistema Solar, a dos “planetas anões”, na qual Plutão foi encaixado.

O Sol engloba mais de 99% da massa do Sistema Solar.

Podemos dividir os planetas em dois tipos: os **rochosos ou terrestres** (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte) e os **gasosos ou jovianos** (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno).

Os planetas terrestres são compostos de rochas e metais pesados e por isso, são planetas densos. Eles têm pouca massa em comparação com os outros planetas e são pequenos. São os planetas mais próximos do Sol e possuem poucos ou nenhum satélite.

Já os planetas jovianos são distantes do Sol e têm muitos satélites. Esses planetas são compostos por elementos leves e por isso, tem pouca densidade. São planetas grandes e com muita massa.

Mercúrio tem superfície e tamanho similares aos da nossa Lua com muitas crateras e regiões planas e baixas de grande extensão. A temperatura na sua superfície varia de -170°C até 430°C. Não possui satélites, tem um período de rotação de 58 dias e de translação de 87 dias.

Vênus tem uma atmosfera muito densa cheia de nuvens amareladas compostas de ácido sulfúrico, não sendo possível ver sua superfície. É um planeta vulcânico, sem satélites e as temperaturas chegam a 400°C. Seu período de rotação é de 243 dias e o de translação é de 224 dias.

Marte tem montanhas, vales e canais em sua superfície. É o planeta mais estudado pelos cientistas e é chamado de Planeta Vermelho devido a cor que apresenta. A cor avermelhada se deve à presença de óxido de ferro em sua superfície. Sua atmosfera é tóxica para seres vivos pois é composta basicamente de gás carbônico. As temperaturas chegam a - 40°C. Seus satélites naturais são Fobos e Deimos. Esse planeta tem 24,6 horas (24h e 37min) de período de rotação e 687 dias de período de revolução.

Entre Marte e Júpiter há um Cinturão de Asteróides que orbita o Sol, assim como os planetas. Nele existem astros de diversos tamanhos, os maiores têm diâmetros de aproximadamente 1000km.

O planeta Júpiter é o maior do Sistema Solar, com cerca de onze vezes o diâmetro da Terra. Nele se identifica intensa atividade meteorológica, sendo que uma das características desse planeta é uma mancha avermelhada na sua superfície gasosa que se move como um redemoinho. Supõe-se que ele tenha um núcleo sólido sob a densa atmosfera. As temperaturas chegam a - 120°C. Seu dia dura 9h e 54min e seu ano dura 12 anos terrestres. Júpiter tem mais de 60 satélites conhecidos. Os quatro maiores satélites, Io, Europa, Ganimedes e Calisto, foram descobertos por Galileu, em 1610.

O planeta Saturno é caracterizado como a jóia do Sistema Solar devido aos seus anéis que encantam a todos que os vêem. É o segundo planeta em tamanho e o número de anéis chega a centenas. Os anéis de Saturno são compostos de rocha e gelo, por isso são tão visíveis. Os outros

planetas gasosos também têm anéis mas são mais tênues. A temperatura média em Saturno é de -120°C e este planeta tem mais de 20 satélites. Ele leva 10h e 23min para dar uma volta em torno do seu eixo e 29,5 anos para completar uma volta em torno do Sol.

Urano possui anéis tênues que o circundam e tem mais de uma dúzia de satélites que o orbitam. É um planeta “calmo”, sua atmosfera azul-esverdeada é densa e envolve um provável núcleo sólido. As temperaturas chegam aos 200°C negativos. Período de rotação: 17h e 52min. Período de Translação:84 anos.

Netuno é o último planeta e o mais distante do Sol, levando 165 anos para completar uma volta. É cheio de tempestades e ventos, tem oito luas e possui anéis tênues à sua volta. Sua cor é azulada e a atmosfera composta basicamente de hidrogênio. Seu período de rotação é de 19h e 06min.

Plutão tem um satélite que orbita junto a ele. Seu período de translação é de 249 anos e o de rotação é de 6,4 dias. As informações sobre ele não são muitas. Sabe-se que as temperaturas são baixas, em torno de - 220°C.

NOTA: os dados de período de translação e rotação que aparecem com unidades de dias e anos, estão em dias e anos *terrestres*.

## Aula 6

### Atividade com vídeo sobre corpos menores do Sistema Solar

As questões abaixo se referem ao Vídeo Galáctica Show Cósmico da Enciclopédia Britânica. O capítulo utilizado é “Cometas, Meteoritos e Asteróides”.

NRA → Nenhuma Resposta Anterior

1) A melhor descrição de um cometa é:

- a) bola metálica em alta velocidade.
- b) bola de gelo sujo atraída pelo Sol.
- c) bola de gelo puríssimo.
- d) nuvem radioativa em velocidade alta.
- e) NRA

2) Quando um cometa se aproxima do Sol ele fica efervescente e uma camada aparece, a qual é chamada de:

- a) cabeleira.
- b) meteoro.
- c) camada ultra violeta.
- d) peruqueira.
- e) NRA

3) Em geral os cometas apresentam duas caudas, uma de gás e uma de poeira. A cauda de poeira é:

- a) verde e curva.
- b) reta e amarela.
- c) curva e amarela.
- d) azulada e curva.
- e) NRA

4) A cauda de gás tem milhões de quilômetros de extensão e é:

- a) verde e curva.
- b) reta e amarela.
- c) azulada e curva.
- d) azulada e reta.
- e) NRA

5) As estrelas cadentes têm um nome científico:

- a) cometas.
- b) asteróides.
- c) meteoros.
- d) estrelas descendentes.
- e) NRA

6) Os meteoros surgem de:

- a) de estrelas mortas.
- b) rastros de cometas.
- c) de explosões solares.
- d) de material radioativo incandescente.
- e) NRA

7) Quando um meteoro atinge a superfície da Terra é chamado de:

- a) estrela cadente.
- b) UFO.
- c) ET.
- d) cabeleira desorientada.
- e) meteorito.

8) Qual a periodicidade que um meteorito cai na terra?

- a) De 2 a 3h.
- b) De 10 em 10h.
- c) Uma vez ao dia.
- d) Uma vez ao mês.
- e) NRA

9) Onde se localiza a faixa de asteróides que existe no sistema solar?

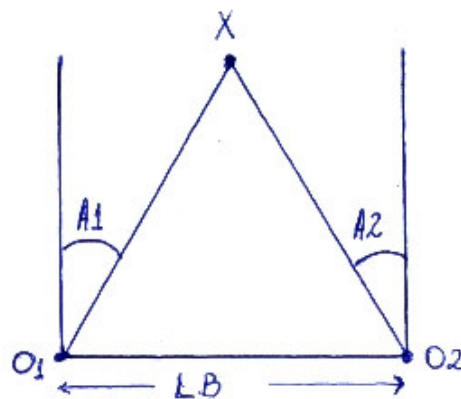
- a) Entre a Terra e Mercúrio.
- b) Entre Netuno e Plutão.
- c) Entre Marte e Júpiter.
- d) Entre Júpiter e Saturno.
- e) NRA

### Texto: O que é a Paralaxe?

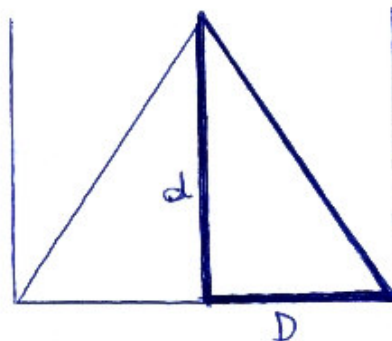
A palavra paralaxe vem do Grego e significa *alteração*. De forma simples, paralaxe é a alteração aparente na posição de um objeto contra um fundo devido ao movimento do observador. Como essa alteração depende da distância do observador, a paralaxe é usada para medir distâncias de objetos longínquos.

O método mais comum para se medir distâncias grandes, a pontos inacessíveis, é a triangulação. Para determinar a distância de um corpo distante, faz-se a observação dele, de dois pontos diferentes. Quando observamos o corpo de dois pontos diferentes, ocorre um deslocamento aparente na direção do objeto observado devido à mudança de posição do observador. Observemos o esquema abaixo que explica o processo de triangulação para determinar distâncias de objetos, sem ir até eles.

Querendo medir a distância de um objeto X (a Lua, por exemplo), observa-se o objeto a partir de uma posição O1 e mede-se a distância angular A1 entre esse objeto e um objeto de referência mais distante (em geral uma estrela muito mais distante). Depois observa-se o objeto a partir de uma posição O2 e mede-se novamente a distância angular, A2, entre o objeto X e o objeto de referência. A distância entre os pontos de onde as medidas são feitas é chamada de Linha de Base (LB).

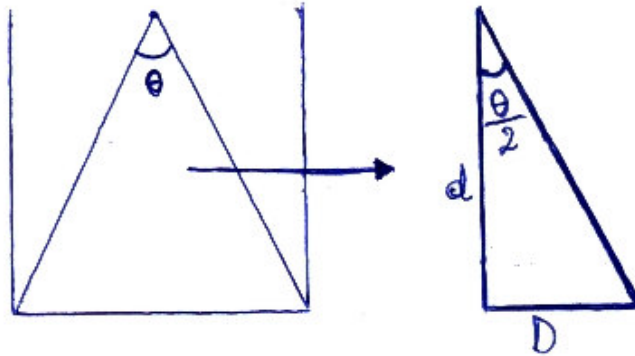


Mas o que nos interessa, é o triângulo retângulo correspondente à metade do triângulo desenhado, porque o que procuramos é a distância  $d$ .



Portanto, precisamos determinar a **metade do ângulo** que é a **paralaxe**. Esse ângulo será chamado de  $\theta$ .





Como?

Observe que  $A_1 + A_2 = \theta$ , então, a metade de  $\theta$  é  $\frac{A_1+A_2}{2}$ . Chamaremos essa metade do ângulo  $\theta$  de  $p$ , indicando *paralaxe*.

Por trigonometria, sabemos que a tangente de um ângulo é a razão entre o cateto oposto e o adjacente, neste caso:  $tg p = \frac{D}{d}$ .

Para ângulos pequenos, de até  $4^\circ$ , o valor da tangente é igual ao valor do ângulo em radianos. Como  $p$  é medido em *radianos*,  $d$  terá a mesma unidade de  $D$ . Ficamos com  $d = \frac{D}{p(rad)}$ .

Observe que a paralaxe é inversamente proporcional ao valor da distância, maior distância, menor paralaxe.

Antigamente, para determinação da distância da Lua, por exemplo, utilizava-se essa técnica tendo como Linha de Base (LB) o diâmetro da Terra – **Paralaxe Geocêntrica**. Fazia-se a medida da paralaxe da Lua em relação à uma estrela distante, de dois pontos opostos sobre a Terra. E seguindo o raciocínio descrito anteriormente, era possível determinar  $d$ .  $R_T$  indica o raio da Terra.

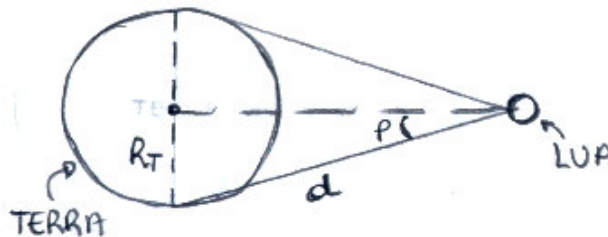


Figura da paralaxe geocêntrica

A medida de distâncias de estrelas mais próximas pode ser feita pela **Paralaxe Heliocêntrica**. Neste caso, faz-se a medida da paralaxe com um intervalo de 6 meses, dessa forma, temos leituras de um ponto da órbita da Terra e depois no ponto oposto. A metade desse desvio será  $p$ . Nesse caso, fazemos a medida em relação às estrelas de fundo, ou seja, aquelas que estão mais distantes e não apresentam desvio da posição aparente com o movimento orbital da Terra.

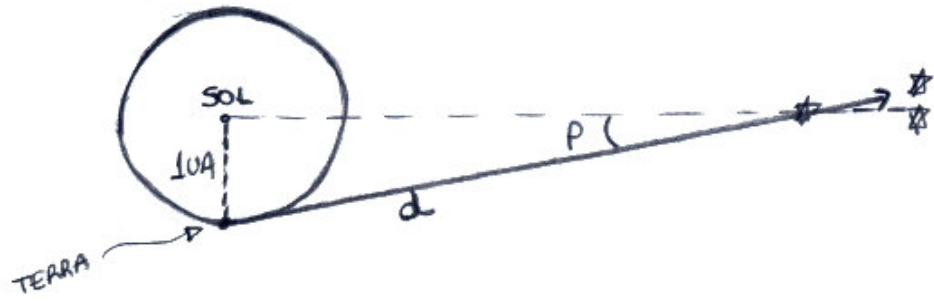


Figura da paralaxe heliocêntrica

Importante observar que aqui, o valor de  $D$  é o raio da órbita da Terra, na verdade, a distância média da Terra ao Sol. Esse valor é o que chamamos de Unidade Astronômica (UA) e 1UA equivale a aproximadamente 150 milhões de quilômetros.

## Aula 7

### Atividade Prática: Medindo distâncias através da paralaxe

Adaptado a partir da atividade de mesmo nome em <http://www.if.ufrgs.br/oei/hip.html>

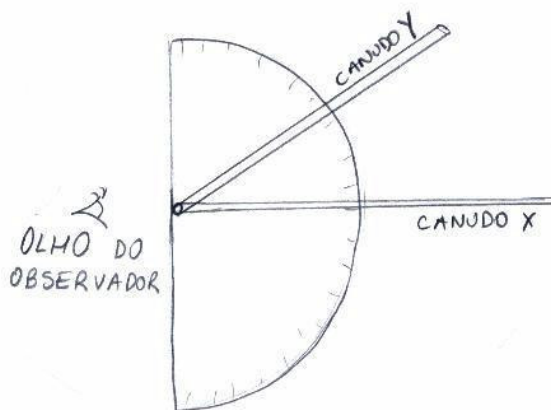
Esta experiência tem como objetivo demonstrar o método de determinação de distância de estrelas através da paralaxe.

Material necessário:

- calculadora científica (com funções trigonométricas)
- fita métrica ou trena
- compasso de 180°
- 2 canudinhos
- 1 alfinete

Montagem do compasso:

Prender os dois canudos com um alfinete no centro do eixo do compasso. Um deles (canudo X) deve ficar fixado no compasso, na posição 90°, o outro (canudo Y) deve ser livre para girar sobre o eixo (alfinete). Dica: achate os canudos, passe uma régua no sentido do comprimento deles para que fiquem mais estreitos facilitando o giro de um sobre o outro. Veja figura abaixo.



Procedimento Experimental:

Alinhe três pessoas como mostrado na figura 1. A pessoa que medirá a paralaxe será chamada de "observador", sendo sua posição inicial representada pela letra O. As outras duas pessoas ficarão nas posições A e B. Chamaremos a direção que une A com B de direção AB. As distâncias iniciais entre o observador e as posições A e B serão chamadas de  $d_A$  e  $d_B$ , respectivamente. O objetivo prático desta experiência é justamente determinar estas distâncias através da paralaxe. Por uma questão prática não permita que  $d_B$  seja maior do que uns 30 m. Verifique o alinhamento entre as pessoas através do compasso.

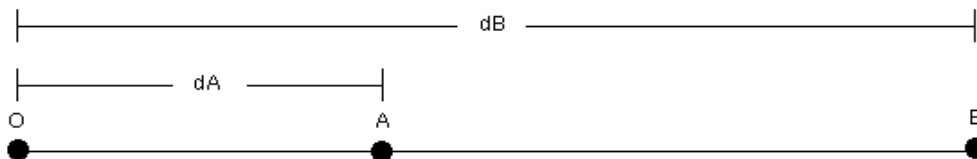


Figura 1

Para medirmos a paralaxe em relação a A e B devemos, antes de mais nada, fazer uma observação de uma outra direção. Para este propósito, o observador deverá andar na direção perpendicular à direção AB por cerca de 3 m, conforme mostrado na figura 2. Essa distância percorrida estabelece a linha de base do observador,  $L$ , para a medida de paralaxe. Anote na tabela abaixo o valor desta distância. Chamaremos de  $O'$  esta nova posição do observador.

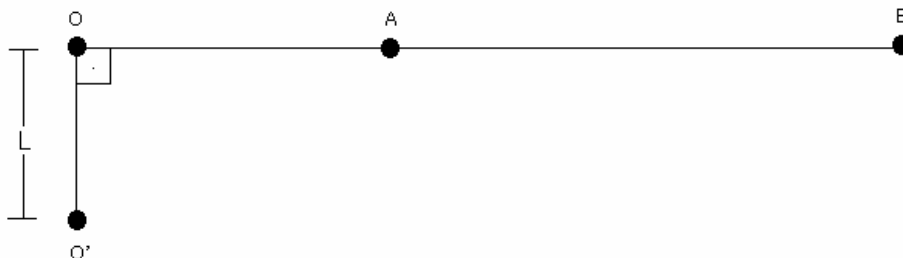
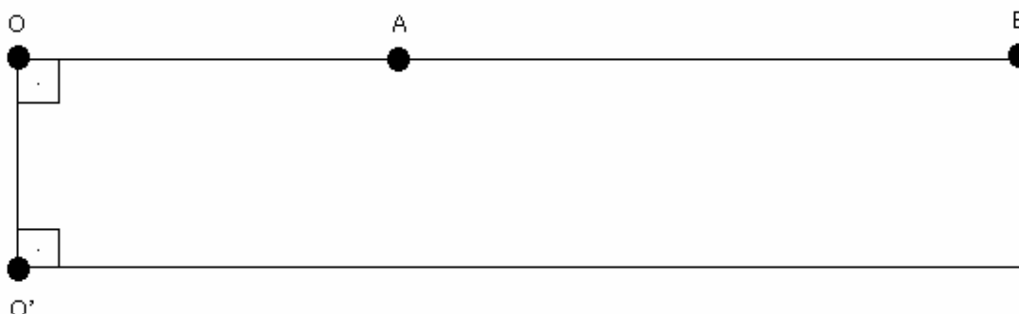


Figura 2

A partir de  $O'$ , o observador deve alinhar o canudo X a uma direção paralela a direção AB. Lembre-se que esta direção é perpendicular à direção da linha de base. Uma boa dica é marcar com giz tanto a linha de base como um segmento de reta que indique a direção paralela à direção AB (figura 3). Este novo alinhamento é chave para o sucesso da experiência e por isso deve ser feito com muito cuidado.

Figura 3



Agora tudo o que é preciso fazer são as medidas dos ângulos em relação às direções que unem  $O'$  com A e B (figura 4), que chamaremos de  $pA$  e  $pB$ , respectivamente. Estes ângulos são as paralaxes! Peça para o observador medi-los com o compasso celeste, girando o canudo Y e fazendo a leitura. Anote seus valores na tabela abaixo. Note pela figura 4 que os segmentos de reta que unem os pontos O,  $O'$  e A (ou B) formam um triângulo retângulo.

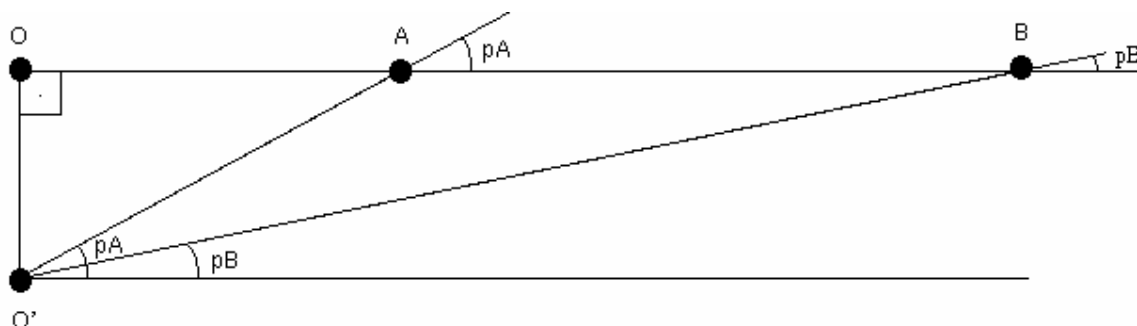


Figura 4

Por definição, a tangente de um ângulo é dada pela razão entre o cateto oposto e o cateto adjacente. Portanto,

$$\text{tg}(pA) = \frac{L}{dA} \quad \text{e} \quad \text{tg}(pB) = \frac{L}{dB}$$

e conseqüentemente

$$dA = \frac{L}{\text{tg}(pA)} \quad \text{e} \quad dB = \frac{L}{\text{tg}(pB)}$$

Tome a tangente de cada um dos ângulos utilizando uma calculadora e anote os valores na tabela abaixo. Lembre-se de verificar se as unidades de ângulo de sua calculadora estão de acordo com a utilizada nas medidas. Feito isso, pode-se estimar as distâncias originais até A e B utilizando-se as expressões acima. Anote os valores.

Com uma fita métrica (ou trena) meça as distâncias dA e dB e anote na tabela.

Por quanto você errou? Para saber isso, calcule o erro percentual. É só montar uma regra de três:

$$\begin{array}{rcl} dA \text{ (trena)} & \text{-----} & 100\% \\ dA \text{ (paralaxe)} - dA \text{ (trena)} & \text{-----} & x \end{array}$$

#### COLETA DE DADOS

a) Medida da Linha de Base (L) = .....

#### TABELA:

pA =	tg(pA) =	dA =	dA (trena) =	erro =
pB =	tg(pB) =	dB =	dB (trena) =	erro =

#### Perguntas sobre a atividade:

- 1) O que seria possível fazer para diminuirmos os erros nas medidas?
- 2) Qual seria o efeito de aumentarmos nossa linha de base?
- 3) O que é a linha de base no caso da observação das estrelas?
- 4) Como no céu sabemos qual seria a direção paralela à direção AB? O que é usado como um sistema de referências no céu?
- 5) Você seria capaz de imaginar uma experiência que determinasse a distância até a Lua? Uma dica: em uma mesma noite, pessoas na mesma longitude na Terra, porém em hemisférios diferentes, vêem a Lua da mesma forma em relação as estrelas mais distantes?
- 6) Descubra para que ângulo a tangente vale 1? Neste caso, não temos a distância até o objeto sendo igual ao comprimento da linha de base? Baseado nesta simples constatação, você saberia elaborar um método prático (que não exigisse muitos cálculos) para determinar a largura de um rio?

## Aula 8

Para que a visita ao museu cumpra seu papel, o de fazer os alunos examinarem as experiências de Astronomia, sugerimos uma atividade que pode ser entregue aos grupos (duplas ou trios) ao chegarem ao museu. A seguir um modelo do que pode ser entregue aos alunos.

*“Após um reconhecimento geral do museu, vocês deverão se dirigir ao setor de Astronomia.*

*Lá explorem o experimento das “cabins”, onde deverão verificar o peso de cada um em lugares diferentes do Universo. Analise, anote os valores para cada um e explique o que verificou.*

*Agora, escolham dois outros experimentos quaisquer para analisarem. Façam uma ficha sobre cada experimento escolhido, identificando-o pelo nome, explicando o que ele demonstra e escrevendo uma conclusão pessoal sobre o material analisado. Se possível, completem com alguma sugestão para melhorar o experimento.”*

Essa atividade não foi desenvolvida com as turmas com as quais trabalhei no desenvolvimento da dissertação mas, já foi utilizada anteriormente com outras turmas e o efeito foi positivo.

## RESPOSTAS DAS ATIVIDADES DO MÓDULO 1

### Aula 2 - Problemas

- 1)  $T_{\text{Júpiter}} \cong 11,8$  anos
- 2)  $T_1 = 30$  dias e  $T_3 = 1920$  dias
- 3)  $T_{\text{Marte}} \cong 1,8$  anos
- 4)  $T_{\text{Mercúrio}} \cong 87,8$  dias
- 5)  $T_{\text{Plutão}} \cong 246,4$  anos

### Aula 3 – Atividade de Internet – Leis de Kepler

- 1) Marte, por que a órbita dele é mais excêntrica que a da Terra, na órbita terrestre não fica claro que a forma dela é uma elipse
- 2) Tem a forma de um círculo apertado. a terra não está no centro mas, num dos focos da elipse
- 3) Fica um círculo
- 4) Fica mais alongada, mais elíptica
- 5) O satélite colide com a Terra
- 6) Não
- 7) Aumenta quando chega perto da Terra e diminui ao se afastar
- 8) A área marcada em amarelo aumenta
- 9) Período orbital do satélite igual ao período de rotação da terra
- 10) Em 30 000 km é bem mais lenta
- 11)  $k = 7,6 \cdot 10^{-12} \text{ h}^2/\text{km}^3$
- 12) É praticamente um círculo e bem próximo da Terra
  - A) 240 km
  - B) 1,5 h

### Aula 4 – Problemas

- 1)  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N}$
- 2)  $2,03 \cdot 10^{20} \text{ N}$
- 3) a) 3R b) P/9
- 4) 18N
- 5)  $v \cong 1021 \text{ m/s}$
- 6)  $v \cong 7746 \text{ m/s}$

### Aula 6 – Atividade com Vídeo (Cometas, Meteoritos e Asteróides)

- 1 – B   2 – A   3 – C   4 – D   5 – C   6 – B   7 – E   8 – A   9 – C

## Teste do Módulo 1

- 1) A trajetória que os planetas realizam em torno do Sol são chamadas de órbitas. A forma da órbita da Terra em torno do Sol pode ser definida, da melhor maneira, pela frase:
- a) A órbita da Terra é uma elipse bem alongada.
  - b) A Terra realiza em torno do Sol uma trajetória com forma parabólica.
  - c) A órbita da Terra é praticamente um círculo com o Sol no centro.
  - d) A órbita da Terra é um círculo perfeito.
  - e) A órbita da Terra ainda é desconhecida.
- 2) De acordo com os seus conhecimentos indique qual a alternativa correta.
- a) Todos os planetas giram em torno do Sol levando o mesmo tempo para completar um volta.
  - b) Quanto maior a distância do planeta ao Sol, mais tempo ele leva para fazer uma volta completa.
  - c) Quanto menor a distância do planeta ao Sol, mais tempo ele leva para fazer uma volta completa.
  - d) A distância dos planetas ao Sol não interfere no tempo de translação.
  - e) Nenhuma das alternativas
- 3) Com exceção do Sol, a que distância, aproximadamente, está a estrela mais próxima de nós?
- a) 5000 km
  - b) 4 anos-luz
  - c) 4 km
  - d) 10 anos-luz
  - e) nenhuma das alternativas
- 4) O ano-luz é uma unidade utilizada em medidas astronômicas. A alternativa que corresponde à definição correta de *1 ano-luz* é:
- a) a distância percorrida pela luz em 1 ano.
  - b) a distância percorrida pela Terra em 1 ano.
  - c) o tempo necessário para a luz viajar do Sol à Terra.
  - d) preciso saber qual a cor da luz analisada para definir o ano-luz.
  - e) impossível saber.
- 5) *“Podemos afirmar que existem estrelas cujas luzes levam muitos anos para chegarem até aqui. Isto significa que o céu visualizado nos mostra o passado!”* Essa afirmação é:
- a) errada, quando uma estrela brilha imediatamente vemos sua luz.
  - b) verdadeira, mas não temos certeza.
  - c) verdadeira, pois a luz das estrelas leva um certo tempo para chegar até nós.
  - d) verdadeira, pois a luz chega até nós instantaneamente.
  - e) nenhuma das alternativas.
- 6) O que está mais próximo da Terra, o Sol ou a Lua?
- a) A Lua
  - b) Impossível medir.
  - c) O Sol.
  - d) Ambos estão à mesma distância.
  - e) Nenhuma das alternativas.
- 7) Respectivamente, classifique de acordo com o tipo de astro: Terra, Lua, Sol.
- a) Todos são planetas.
  - b) Planeta, satélite, estrela.
  - c) Planeta, planeta, estrela.
  - d) Satélite, estrela, planeta.
  - e) Planeta, estrela, estrela.
- 8) A Lua é:
- a) uma estrela luminosa.
  - b) um satélite luminoso.
  - c) um planeta.
  - d) um satélite iluminado.
  - e) nenhuma das alternativas.



- 9) O Sol está a 8 minutos-luz da Terra. Se o Sol se apagasse nesse exato momento, quanto tempo levaríamos para percebermos o fato:
- a) 8 anos.
  - b) 8 meses.
  - c) 8 dias.
  - d) 8 horas.
  - e) 8 minutos.
- 10) Há alguma foto da nossa galáxia feita de fora dela?
- a) É claro que sim, os telescópios fazem isso sempre.
  - b) É claro, quando o homem foi à Lua ele fotografou nossa galáxia.
  - c) Não, pois isso é impossível, por estarmos dentro dela.
  - d) Não, pois as máquinas fotográficas não tem capacidade de fotografar algo tão grande.
  - e) Nenhuma das alternativas
- 11) Qual afirmativa está correta?
- a) A teoria geocêntrica afirma ser a Terra o centro do universo.
  - b) Na teoria geocêntrica a Lua é o centro do universo.
  - c) Issac Newton foi o primeiro a propor um sistema heliocêntrico.
  - d) O sistema heliocêntrico é considerado verdadeiro desde a Antigüidade.
  - e) O sistema heliocêntrico tem a Terra como centro do mundo.
- 12) Atualmente conhecemos 8 planetas em nosso sistema solar. De acordo com teus conhecimentos, quantos satélites naturais tem o terceiro planeta em ordem de distância ao Sol?
- a) 3
  - b) 2
  - c) 1
  - d) 10
  - e) esses dados ainda não são conhecidos
- 13) Nosso sistema solar está localizado:
- a) na constelação de Orion.
  - b) na galáxia de Andrômeda.
  - c) na galáxia Via Láctea.
  - d) no centro do Universo.
  - e) nenhuma das alternativas.
- 14) O planeta mais próximo do Sol é:
- a) Terra.
  - b) Júpiter.
  - c) Plutão.
  - d) Mercúrio.
  - e) nenhum, estão todos a mesma distância.
- 15) O maior planeta do sistema solar é:
- a) Terra.
  - b) Mercúrio.
  - c) Júpiter.
  - d) Plutão.
  - e) não há o maior, são todos do mesmo tamanho.
- 16) Os astros estão distantes uns dos outros em muitos quilômetros. Qual alternativa indica a distância aproximada entre o Sol e a Terra?
- a) 100 000 km
  - b) 300 000 km
  - c) 1 000 000 km
  - d) 150 000 000 km
  - e) 150 000 m

17) No nosso sistema solar podemos diferenciar dois grupos de planetas quanto à sua composição:

- a) planetas rochosos e planetas líquidos.
- b) planetas rochosos e planetas gasosos.
- c) planetas líquidos e planetas gasosos.
- d) planetas líquidos e planetas vaporizados.
- e) nenhuma das alternativas.

18) No nosso sistema solar existem muitos corpos pequenos que eventualmente passam perto da Terra e são atraídos, penetrando na atmosfera e vaporizando-se, sendo visíveis rapidamente como rastros brilhantes no céu. Se eles não são totalmente vaporizados, seus restos atingem a superfície da Terra, constituindo os....., objetos muito valorizados como fontes de estudo do sistema solar. A palavra que melhor preenche o espaço na afirmativa acima é:

- a) asteróides
- b) meteoros
- c) meteoritos
- d) satélites
- e) Nenhuma das alternativas

19) A palavra *afélio* define o ponto da órbita em que:

- a) a duração do dia e da noite são iguais.
- b) a Terra está mais próxima do Sol.
- c) a Terra está mais afastada do Sol.
- d) a Lua está encobrindo o Sol.
- e) Nenhuma das alternativas.

20) Analisando as distâncias entre os astros do sistema solar, escolha a alternativa que ordena de forma crescente de distância da Terra.

- a) Lua – Sol – Saturno
- b) Sol – Lua – Saturno
- c) Lua – Saturno – Sol
- d) Sol – Saturno – Lua
- e) Saturno – Lua – Sol

#### Respostas do Teste

1 - C   2 - B   3 - B   4 - A   5 - C   6 - A   7 - B   8 - D   9 - E   10 - C  
11 - A   12 - C   13 - C   14 - D   15 - C   16 - D   17 - B   18 - C   19 - C   20 - A

## MÓDULO 2

### Aula 1

#### Atividade Prática: Observação das Fases da Lua

LEIA ATENTAMENTE TODO O QUESTIONÁRIO ANTES DE INICIAR SEU TRABALHO, ISSO É IMPORTANTE PARA QUE SE ORGANIZE E PLANEJE AS ATIVIDADES.

1) Data de início da observação: .....

2) Registre um horário que tenha visto a lua no céu nessa fase e faça um desenho do que observou:

Hora:..... Forma da Lua:

Agora, utilizando um calendário, verifique em que fase a Lua está no dia que decidiu começar seu trabalho.

3) Fase da Lua: .....

4) Compare o desenho do calendário com a sua observação. As formas são iguais? Comente.

5) Qual é a próxima fase lunar, de acordo com o calendário? Resposta: .....

6) Quando começa (data)? Resposta: .....

7) Observe a lua durante o período dessa fase e registre um horário que a tenha visto no céu e a sua forma:

Hora: ..... Forma da Lua:

8) Verifique o nome das duas fases seguintes e veja em que data começam. Aguarde cada fase e indique um horário, para cada uma, que tenha visto a lua no céu. Registre todos os dados abaixo.

Fase: ..... Fase: .....

Data de Início: ..... Data de Início: .....

Hora da Visualização: ..... Hora da Visualização: .....

Forma da Lua: ..... Forma da Lua: .....

9) Preencha as lacunas corretamente:

"O ciclo lunar é dividido em ..... fases principais, cujos nomes, ordenadamente, são nova, ....., ..... e ..... O intervalo entre cada uma dessas fases é de aproximadamente ..... dias portanto, um ciclo completo ou o lunação tem, mais ou menos, .....dias."

10) Busque no site <http://astro.if.ufrgs.br> as informações oficiais sobre as **fases da lua** e complete a tabela abaixo:

FASE	ÂNGULO ENTRE SOL E LUA	NASCIMENTO	OCASO
NOVA			
	Aproximadamente 90°		
		Aproximadamente 18h	
			Aproximadamente meio-dia

No final da página “Fases da Lua” existem links para outras páginas, entre em “Simulação das Fases da Lua”. No item *Fases* verifique se o desenho que você fez das observações da Lua conferem com o simulador (Atenção: nele as imagens da Lua são referentes ao hemisfério norte; para comparar com as suas observações, você deve olhar seu desenho de "cabeça para baixo"). Por exemplo: você observou a Lua no dia 15/09/2005, coloque essa data no simulador e veja que aparece lua crescente (forma que lembra a letra D no hemisfério norte) e está quase cheia. Repita esse procedimento para as datas das suas observações. Aproveite e brinque um pouco no simulador utilizando os botões + e – para observar a evolução da forma da Lua em vários dias. O que verificou? As imagens ali mostradas conferem com suas observações?

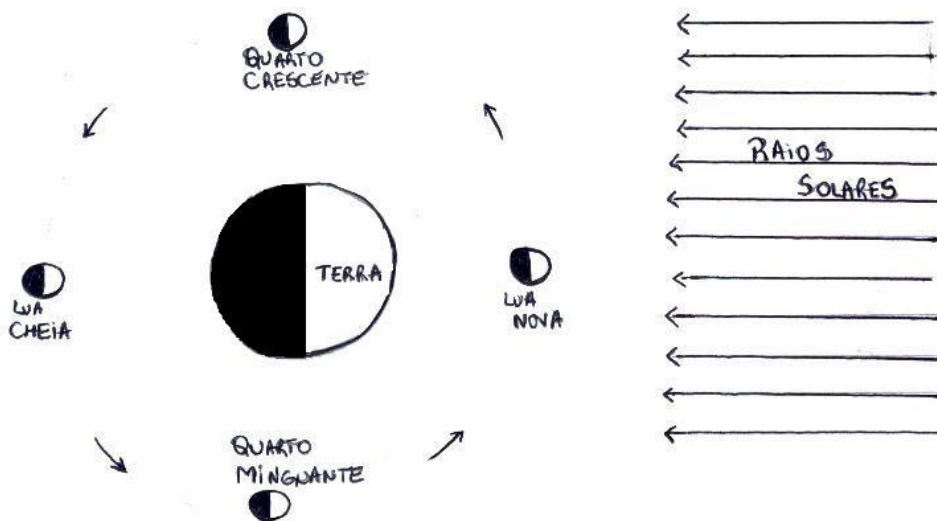
11) Aproveite a visita ao site e responda:

O que significa e qual a consequência da lua ter a rotação **sincronizada** com a translação?

**Texto: Fases da Lua**

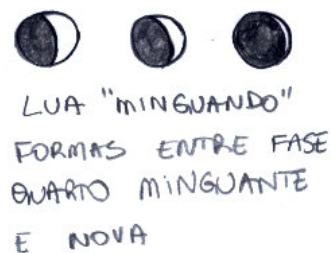
Com certeza você já se deu conta de que a Lua “muda de forma” e que nem sempre está no céu no mesmo horário. É só olhar um calendário e lá estão as datas de Lua Nova, Lua Crescente, Lua Cheia e Lua Minguante.

Para entender melhor o que ocorre e explicar as fases da Lua devemos observar a posição dos astros: Terra, Lua e Sol; ao longo dos dias. Na verdade, o Sol ilumina a Lua sempre do mesmo jeito, a questão é que a Lua se move em relação a nós e assim, a vemos de formas diferentes, veja o esquema:



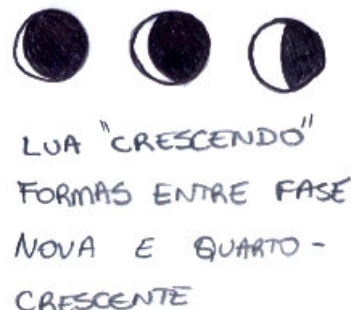
Todas as figuras representam a aparência da Lua em latitudes típicas do Hemisfério Sul. (a porção clara é a porção iluminada pelo Sol).

Antes de entrar na fase de Lua Nova ela está minguando:



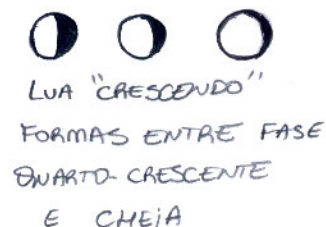
Quando a Lua está entre a Terra e o Sol a face iluminada está oposta a nós, e por isso não vemos Lua no céu. É a fase de Lua Nova. Nesse momento a Lua nasce próximo às 6h e se põe perto das 18h. É nessa fase que podem ocorrer os eclipses solares.

Após a Lua estar na fase Nova, sua aparência no céu começa a mudar, ela passa a ter uma forma que lembra a letra C (no Hemisfério Sul) e a cada dia maior é a superfície que enxergamos iluminada. Aos poucos sua forma atinge a aparência de um D invertido, é a Lua Quarto Crescente.



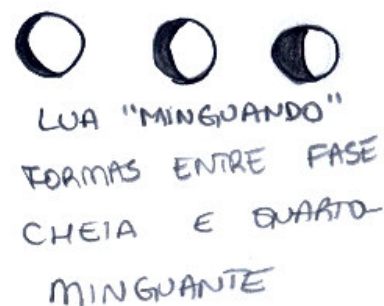
A palavra Quarto se deve ao fato de estarmos enxergando  $\frac{1}{4}$  da superfície lunar iluminada. Por isso, nas fases de Quarto-Crescente e o Quarto-Minguante, exatamente a metade da face que está voltada para nós está iluminada, e a linha que separa a porção iluminada da porção escura é reta. Nesse momento da luação, a Lua é vista no céu a partir da meia-noite até ao meio-dia.

Ela continua "crescendo", até atingir o máximo de iluminação, Lua Cheia.



Quando a Terra está entre a Lua e o Sol, estamos diretamente voltados para a face iluminada da Lua, portanto a vemos no céu na sua maior forma, fase de Lua Cheia. Nesse momento, ela nasce próximo às 18h e se põe próximo às 6h, ficando a noite toda no céu. É nessa fase que podem ocorrer os eclipses lunares.

Após atingir seu máximo, a quantidade de superfície lunar que vemos iluminada começa a diminuir, aos poucos ela vai adquirindo a forma da letra D (Hemisfério Sul), nesse momento temos a Lua Quarto Minguante, estamos enxergando o outro  $\frac{1}{4}$  de superfície lunar iluminado. Importante salientar que as formas da Lua em fase Quarto Minguante e Quarto Crescente em geral são opostas para o Hemisfério Norte e Sul.



### Questões sobre as Fases da Lua

- 1) São 5h da manhã e o Sol logo nascerá. A Lua está quase se pondo. Nesse caso, qual a fase em que a Lua se encontra?
  - a) Nova.
  - b) Cheia.
  - c) Quarto-Minguante.
  - d) Quarto-Crescente.
  - e) Impossível saber.
  
- 2) Em uma certa tarde você vê a Lua no céu, com a forma que lembra a letra C. Qual é a fase em que ela se encontra?
  - a) Nova.
  - b) Entre Nova e Quarto-Crescente.
  - c) Entre Quarto-Minguante e Nova.
  - d) Cheia.
  - e) Entre Quarto-Crescente e Cheia.
  
- 3) O movimento de rotação da Lua tem duração aproximada de:
  - a) 3 dias.
  - b) 10h.
  - c) 35 dias.
  - d) 4 semanas.
  - e) 15 dias.

- 4) A sincronização dos movimentos de rotação e revolução da Lua é responsável por:
- vermos sempre a mesma face da Lua.
  - vermos, a cada fase, uma face diferente da Lua.
  - haver 4 fases da Lua.
  - haver menos gravidade na Lua do que na Terra.
  - vermos as fases minguante e crescente de forma invertida para observadores do hemisfério norte e sul.






5) Quando vistos da Terra, a Lua e o Sol estiverem separados por aproximadamente  $90^\circ$ , estamos falando da Lua:

- nova
- cheia.
- quarto-minguante.
- quarto-crescente.
- quarto-crescente ou quarto-minguante.

6) Um morador do hemisfério norte resolve passear à noite toda e verifica que até próximo ao amanhecer não havia Lua no céu. Em que fase a Lua está?

- Impossível saber.
- Quarto-Crescente.
- Quarto-Minguante.
- Cheia.
- Nova.

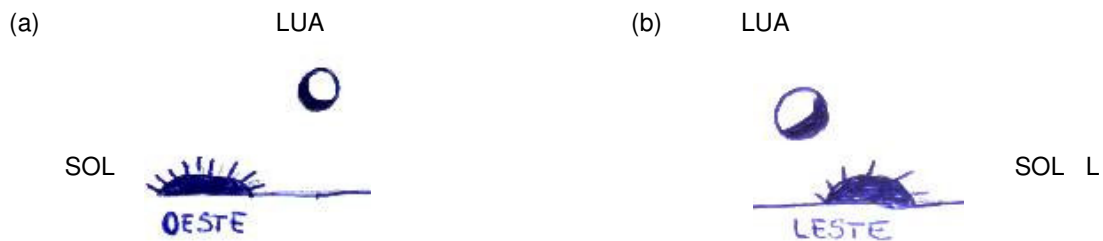
7) Em uma certa madrugada, ao voltar de uma festa, você vê a Lua perto do horizonte leste. Sua fase no calendário e sua forma aproximada são, respectivamente:

- |   |   |
|---|---|
| a) Nova –               | d) Quarto-Crescente -   |
| b) Quarto-Minguante –  | e) Quarto-Minguante -  |
| c) Cheia –             |   |

8) A Lua gira em torno da Terra realizando o que chamamos de movimento de revolução. A duração desse movimento é de:

- aproximadamente 1 mês.
- poucas horas.
- alguns meses.
- depende em qual hemisfério estamos.
- depende da estação do ano.

9) As figuras a seguir representam esquematicamente o Sol e a Lua em duas situações diferentes. Na primeira, o Sol está no horizonte oeste e a Lua está um pouco acima dele. Na segunda, o Sol está no horizonte leste e a Lua está um pouco acima dele.



Obs: A parte pintada indica o lado brilhante da Lua, ou seja, a parte que está recebendo luz do Sol.

As figuras (a) e (b) representam, respectivamente, Lua em fase:

- a) crescente – crescente
- b) minguante – minguante
- c) crescente – minguante
- d) minguante – crescente
- e) nenhuma das alternativas

10) Ainda com relação às figuras acima, complete as lacunas no parágrafo abaixo.

*“Na situação da figura (a) a Lua se põe..... do Sol e na situação da figura (b) a Lua se põe..... do Sol”.*

De acordo com seus conhecimentos e observando as figuras podemos afirmar que as frases que estão corretas são:

- a) antes - antes
- b) antes - depois
- c) depois - antes
- d) depois - depois
- e) Faltam dados nas figuras para que seja possível responder essa questão.



## Aula 2

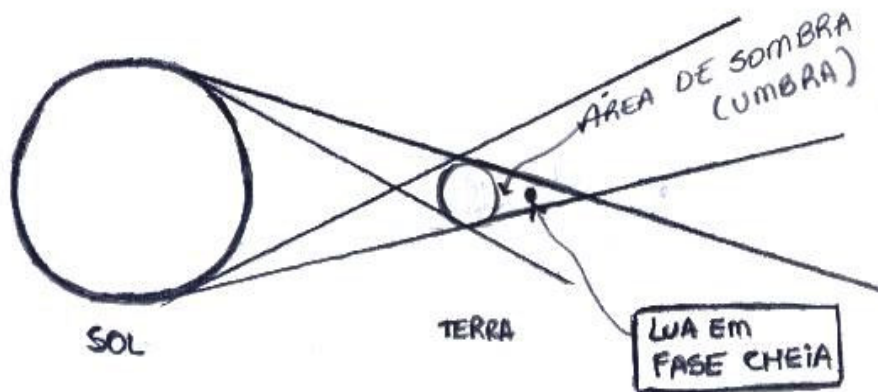
### Atividade de Internet: Pesquisa sobre Eclipses

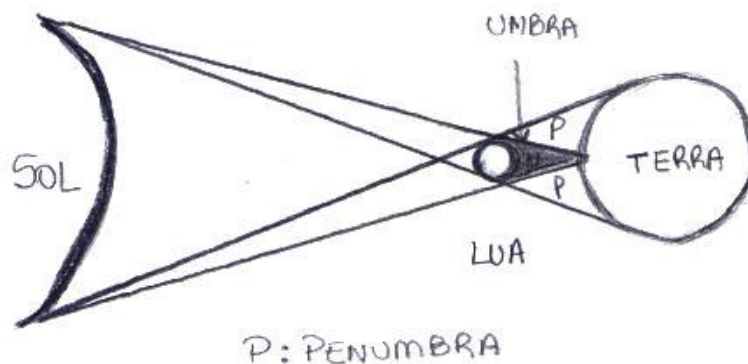
INSTRUÇÕES: faça a atividade com atenção, será o material que terá para estudar! Acesse o site: <http://astro.if.ufrgs.br> e entre no link para ECLIPSES onde encontrará as respostas para as questões abaixo, na seqüência.

#### QUESTIONÁRIO

- 1) De maneira geral, quando ocorre um eclipse?
- 2) a) Para ocorrer um eclipse lunar, o que deve ocorrer?  
b) E um eclipse solar?
- 3) O que é umbra e penumbra?
- 4) Em qual fase da Lua ocorre os eclipses lunares? E os solares?
- 5) Por que não ocorrem eclipses lunares e solares todos os meses?
- 6) Qual a condição para que ocorra um eclipse?
- 7) Os eclipses solares podem ser totais, parciais e anulares. Explique cada um.
- 8) Quais são os três tipos de eclipses lunares?
- 9) Por que a lua fica avermelhada durante a totalidade de um eclipse?
- 10) Durante um eclipse solar denomina-se algo como "caminho do eclipse". Explique o que é e por que ocorre.
- 11) A totalidade de um eclipse solar é o tempo que o Sol permanece totalmente encoberto pela Lua. Quanto tempo dura, aproximadamente, esse momento? E a totalidade de um eclipse lunar, qual a duração?
- 12) Quais as localidades sobre o planeta que conseguem visualizar um eclipse solar? E o lunar, de quais pontos do planeta ele pode ser visto?
- 13) De acordo com a disposição do nosso planeta, a Lua e o Sol há uma periodicidade para ocorrerem os eclipses. Qual o intervalo mínimo de dias entre um eclipse e outro.
- 14) Qual a frequência de eclipses ao ano? Explique os conjuntos de 1 ou 3 eclipses associados.
- 15) Durante um eclipse solar podemos observá-lo à olho nu? Explique.

#### ESQUEMAS UTILIZADOS PARA A AULA EXPOSITIVA





É importante salientar que os esquemas não estão em escala. São apenas ilustrativos do posicionamento dos astros durante os eclipses. O primeiro mostra um eclipse lunar em que a Lua entra na sombra da Terra. O segundo é um eclipse solar quando a sombra da Lua passa sobre a Terra.

### Questões sobre eclipses

Utilizando o material que pesquisou na internet, responda as questões abaixo. As questões objetivas têm somente uma alternativa.

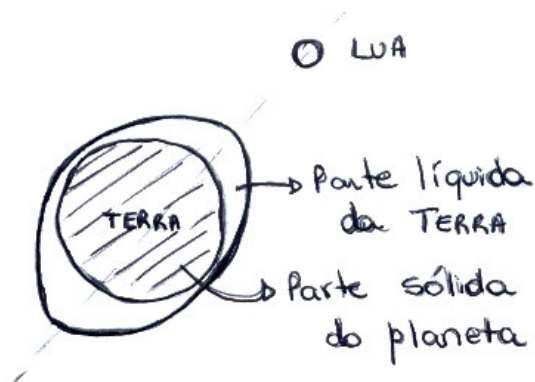
- 1) Um eclipse lunar ocorre quando:
  - a) a Terra entra na sombra da Lua.
  - b) a Lua entra na sombra da Terra.
  - c) a Lua está em fase minguante.
  - d) o Sol está com muita atividade.
  - e) a Lua está em fase crescente.
  
- 2) Para ocorrer um eclipse solar:
  - a) a Lua deve ser atingida por raios solares.
  - b) o Sol deve ser banhado pela umbra da Terra.
  - c) a Terra deve ser atingida pela sombra da Lua.
  - d) o Sol deve ser atingido pela sombra da Lua.
  - e) nenhuma das alternativas.
  
- 3) Por que não ocorrem eclipses lunares e solares todos os meses?
  - a) Porque eles só ocorrem nas fases de Lua Cheia e não são todos os meses que temos Lua Cheia.
  - b) Porque eles só ocorrem nas fases de Lua Nova e não são todos os meses que temos Lua Nova.
  - c) Porque o plano da órbita da Lua está inclinado  $5,2^\circ$  em relação ao plano da órbita da Terra.
  - d) Porque o plano da órbita da Lua está inclinado  $52^\circ$  em relação ao plano da órbita da Terra.
  - e) Nenhuma das alternativas.
  
- 4) O que caracteriza um eclipse solar total?
  - a) Disco inteiro do Sol fica coberto pela Lua .
  - b) Parte do disco do Sol fica coberto pela Lua.
  - c) A Lua fica muito próxima do Sol, encobrindo-o.
  - d) A Terra fica entre o Sol e a Lua.
  - e) Ocorre sempre que a Lua está na fase Quarto-Crescente.
  
- 5) Em um eclipse solar parcial a fase da Lua é:
  - a) quarto-crescente.
  - b) quarto-ninguante.
  - c) nova.
  - d) cheia.
  - e) nenhuma das alternativas.

- 6) Por que a lua fica avermelhada durante a totalidade de um eclipse?
- a) Porque é a cor real da Lua e só assim podemos vê-la.
  - b) Porque durante o eclipse da Lua, o Sol emite somente raios vermelhos.
  - c) Porque parte da luz solar que é refratada na atmosfera da Terra e atinge a Lua está quase totalmente desprovida dos raios azuis.
  - d) Porque parte da luz solar que é refletida pela atmosfera da Terra, atinge a Lua. Qualquer luz refletida é avermelhada.
  - e) Porque parte da luz solar que é refratada na atmosfera da Terra e atinge a Lua está quase totalmente desprovida dos raios vermelhos.
- 7) Sobre a duração da fase de totalidade de um eclipse, podemos afirmar que:
- a) para um eclipse solar é de, no máximo, 7horas .
  - b) para um eclipse lunar é de até 1 minuto.
  - c) para ambos os eclipses, solar e lunar, é de 30 minutos, aproximadamente.
  - d) para um eclipses lunar é de 1,7h.
  - e) nenhuma das alternativas.
- 8) De acordo com a pesquisa que realizou, verifique quantos eclipses ocorrem no período de 1 ano.
- a) Pelo menos 10.
  - b) Pelo menos 15.
  - c) De 2 a 7 eclipses.
  - d) de 5 a 12 eclipses.
  - e) Nenhuma das alternativas.
- 9) Durante um eclipse solar podemos observá-lo tranquilamente a olho nu?
- a) Não, porque nesse momento o Sol fica mais intenso.
  - b) Não, pois é extremamente perigoso olhar o Sol diretamente exposições acima de 15 segundos danificam o olho, sem provocar dor.
  - c) Sim, sem problemas
  - d) Sim, mas devemos usar óculos escuros ou um filme de raios X para bloquear um pouco os raios
  - e) Nenhuma das alternativas
- 10) Leia as frases abaixo com atenção. Para as verdadeiras indique V e indique F para as falsas.
- a) ( ) Para ocorrer um eclipse lunar a Lua deve entrar na sombra do Sol.
  - b) ( ) A umbra é a região da sombra que não recebe luz de nenhuma parte da fonte luminosa.
  - c) ( ) As fases da Lua em que ocorrem eclipses são a Cheia e a Nova.
  - d) ( ) Um eclipse anular da Lua, ocorre quando ela está próxima do seu apogeu.
  - e) ( ) A Lua pode ter três tipos de eclipses: o total, o parcial e o penumbral.
  - f) ( ) Um eclipse total do Sol é visível somente nas regiões fora do chamado “caminho do eclipse”.
  - g) ( ) O “caminho do eclipse” é uma faixa sobre a Terra onde o eclipse total pode ser visto, e tem aproximadamente, 270km de largura.
  - h) ( ) Um eclipse lunar pode ser visto somente por aquelas pessoas que moram próximas ao equador terrestre.

## Texto: As Marés

No nosso planeta, diariamente existem marés altas e baixas. Nos locais próximos aos oceanos verifica-se essa variação do nível da água, duas vezes a o dia, isto é, num período de aproximadamente, 24h, numa mesma localidade, há duas marés altas. Isso se deve ao fato das marés altas ocorrerem em dois lados do planeta simultaneamente.

As marés acontecem pelo fato de que diferentes pontos da Terra “sentem” diferentes forças de atração devido ao campo gravitacional da Lua e do Sol, pois como a Terra é um corpo extenso, a distância Terra-Lua é ligeiramente diferente para diferentes pontos da Terra. Essas diferenças originam forças internas dentro da Terra, que são maiores nos lados opostos da Terra e que tendem a “espichá-la” na direção Terra-Lua, formando os dois bojos de maré, um do lado voltado para a Lua e o outro do lado diametralmente oposto. O Sol também exerce maré na Terra, mas são mais fracas que as da Lua.



O lado que está mais próximo da Lua sofre maré alta porque a força de atração é mais intensa (pois está mais próximo) comparada com a força atuando no centro da Terra; no lado oposto, a maré alta aparece justamente por que a força de atração gravitacional ali é menos intensa (pois está mais distante) comparada com a força atuando no centro da Terra.

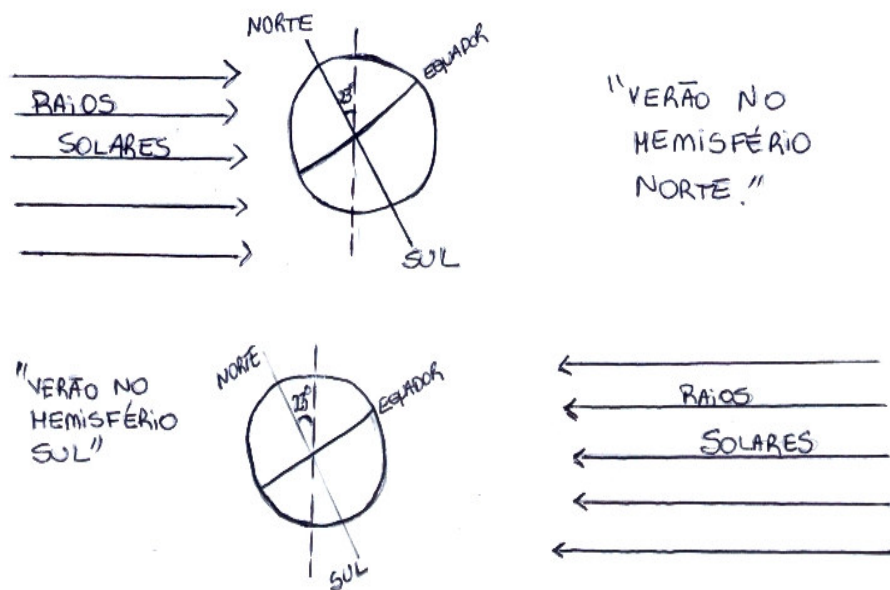
### Aula 3

#### Texto: As Estações do Ano

Muitas pessoas acreditam que a ocorrência do verão e do inverno se deve ao fato da Terra estar mais próxima ou mais afastada do Sol.

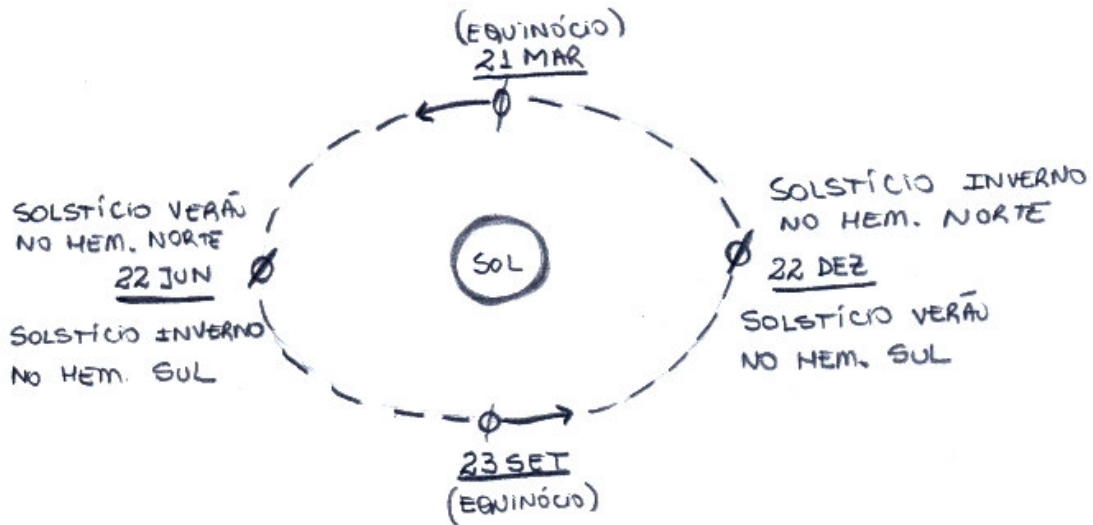
Cuidado!

Lembre-se que quando inicia o verão no Hemisfério Sul, no Norte está começando o inverno, e vice-versa. Na verdade, a ocorrência das estações se deve à inclinação, de aproximadamente  $23,5^\circ$ , do eixo de rotação terrestre em relação à perpendicular ao plano de sua órbita em torno do Sol. Por isso, conforme a posição da Terra durante o ano, ou seja, durante sua translação em torno do Sol, temos um ou outro hemisfério recebendo luz solar mais diretamente; quando isso ocorre temos verão no referido hemisfério.



O início do verão é marcado pelo Solstício de Verão (dia mais longo do ano, é quando o Sol fica mais alto no céu) e o inverno pelo Solstício de Inverno (noite mais longa do ano, neste dia, a altura do Sol ao meio-dia é a menor do ano). Os solstícios ocorrem nas proximidades dos dias 22 de junho e 22 de dezembro.

As estações, primavera e outono, iniciam nos Equinócios (dias com mesma duração das noites). Os equinócios ocorrem em 21 de março e 23 de setembro, aproximadamente. Nesses dias o Sol incide diretamente no equador da Terra, portanto ilumina igualmente os dois hemisférios.



Nas latitudes mais afastadas do Equador é possível observar a variação da elevação do Sol no céu entre o inverno e o verão. No verão o Sol fica mais alto no céu do que no inverno. Já no Equador essa variação não ocorre, na verdade, praticamente o ano inteiro, há 12h de Sol e 12h de noite. Não existem grandes variações nem no número de horas de claridade nem em temperaturas e as estações não são bem distintas. A única observação pertinente é que no Solstício de 22 de junho o Sol passa a aproximadamente  $23,5^\circ$  ao norte do zênite e em 22 de dezembro,  $23,5^\circ$  ao sul.

Os Trópicos de Câncer e de Capricórnio marcam as latitudes onde o Sol incide diretamente nos dias dos solstícios, e delimitam as regiões da Terra onde o Sol incide diretamente alguma vez ao ano. Ou seja, nas localidades que estão na latitude de  $23,5^\circ$ , norte ou sul, apenas no dia de Solstício de Verão o Sol passa a pino (um poste vertical não produz sombra nenhuma), em todas as localidades que estão entre as latitudes de  $23,5^\circ$  norte e  $23,5^\circ$  sul, o Sol passa a pino dois dias no ano. E nos pólos, acima das linhas ditas Círculos Polares, teremos 6 meses de noite e 6 meses de dia devido à posição da Terra em relação ao Sol. É o famoso "Sol da Meia-Noite".

### Exercícios sobre Estações do Ano

1) Complete a tabela abaixo conforme o exemplo:

Estações	Hemisfério	Data de Início	Duração do dia em relação à noite	Data Astronômica
VERÃO	SUL	22 DEZ	DIA > NOITE	SOLSTÍCIO
OUTONO				
INVERNO				
PRIMAVERA				

- Qual o motivo de haver quatro estações?
- O que significa a data chamada de solstício? Quais as estações que ao iniciarem são marcadas por essa data?
- Quando ocorrem os equinócios, qual a relação entre a duração dos dias e das noites? Essas datas marcam o início de quais estações?
- Em latitudes mais afastadas da Linha do Equador, o que podemos notar sobre a posição do Sol no céu em relação ao Inverno e o Verão?
- Por que é desnecessário falar em estações para localidades próximas à Linha do Equador?

- 7) Nos Solstícios de 22 de Junho e 22 de Dezembro, o que ocorre com a posição do Sol no céu em localidades próximas à Linha do Equador?
- 8) Para as localidades que estão nos Trópicos de Capricórnio ou de Câncer, o que ocorre com a posição do Sol durante os Solstícios de Verão?
- 9) O que é o Sol da Meia-Noite?

Sugestão de site com explicações e simulações relevantes:  
<http://www.observatorio.ufmg.br/pas44.htm>

## Aula 4

### Texto: Movimento Aparente dos Astros

Se prestar atenção, verá que diariamente os astros – Sol, Lua, estrelas - cruzam nosso céu, indo sempre no mesmo sentido, indo de leste para oeste. Por que?

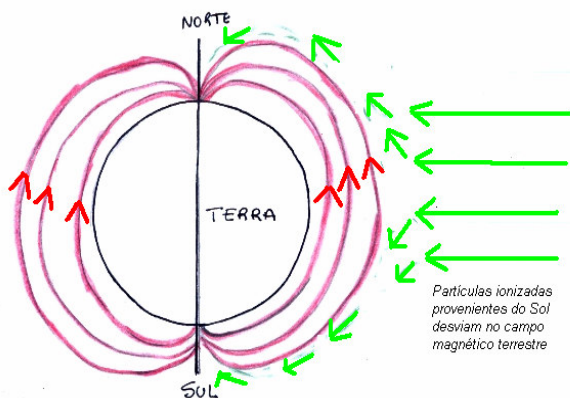
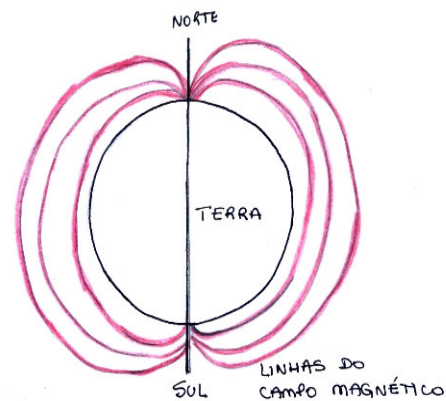
Isso ocorre devido ao movimento de rotação da Terra, a qual gira de oeste para leste. Desta forma, aparentemente, os astros se movem de leste para oeste no nosso céu.

Num mapa do mundo planificado, o Japão fica localizado na extrema direita do mapa, local onde representamos o leste, por isso, esse país é conhecido como a “Terra do Sol Nascente”.

É importante salientar que existem astros (estrelas) chamadas de circumpolares, as quais, dependendo da latitude, nunca se põem. De dia ou de noite, elas estão sempre no céu, claro que durante o dia não as vemos porque o brilho do Sol não permite, mas elas estão lá. Cada latitude tem o seu grupo de estrelas circumpolares. Ao fotografarmos o céu durante a noite podemos registrar semi-círculos luminosos formados pelas estrelas que estão sempre no céu, veja mais em <http://astro.if.ufrgs.br/esf.htm>.

### Texto: O Fenômeno das Auroras

Nosso planeta tem um campo magnético que está quase alinhado com o eixo geográfico terrestre. Próximo ao pólo norte geográfico, há um pólo sul magnético e vice-versa. Esses pólos magnéticos são responsáveis pelo campo existente em torno do planeta, o qual, é essencial para nossa vida.



Esse campo é responsável em desviar partículas ionizadas emitidas do Sol pelo vento solar e ejeções de massa coronal (grandes ejeções de matéria a partir do Sol). Essas partículas viajam até nosso planeta e penetram na atmosfera pelos pólos magnéticos pois, nosso campo magnético desvia sua trajetória para essas regiões. Quando ocorre o choque delas com os átomos de oxigênio da atmosfera esses átomos são excitados, isto é, passam a

ocupar estados de maior energia; como esses estados não são estáveis, eles em seguida voltam para o estado original, emitindo o excesso de energia na forma de luz. Esse fenômeno é chamado de Aurora. Observe que as setas nas linhas do campo indicam o sentido dele, elas apontam na direção do pólo Norte geográfico, pois lá existe um pólo Sul magnético.



## Aula 5

### Questões sobre o programa Jornada no Sistema Solar visto no planetário da UFRGS.

Nas questões a seguir, complete com palavras adequadas:

- 1) Nome da nossa galáxia: .....
- 2) Forma da nossa galáxia: .....
- 3) Meteoros quando chegam à superfície da Terra são chamados de: .....
- 4) O movimento de Rotação da Terra é responsável pela existência dos..... e das .....
- 5) O movimento de órbita em torno do Sol, realizado pelos planetas, inclusive a Terra é chamado de .....
- 6) O ano em que o homem pisou na Lua pela primeira vez: .....
- 7) O astro mais brilhante no céu depois do Sol e da Lua é .....
- 8) O componente principal do Sol é o .....
- 9) A Fotosfera do Sol tem cor ..... e uma temperatura de .....e é nela que se observam regiões mais escuras chamadas de .....
- 10) O planeta chamado de *Planeta Vermelho* é ....., ele tem ..... satélites, e sua atmosfera é composta principalmente de .....

Marque uma alternativa para cada questão.

- 11) A Atmosfera de Vênus é basicamente feita de:
  - a) oxigênio.
  - b) gás carbônico.
  - c) nitrogênio.
  - d) hidrogênio.
  - e) hélio.
- 12) No planeta Mercúrio, como é a atmosfera?
  - a) Muito densa.
  - b) Igual a da Terra.
  - c) Os astrônomos ainda não têm essa informação.
  - d) Não há atmosfera.
  - e) Nenhuma das alternativas.
- 13) O sistema solar se formou pela contração de:
  - a) uma estrela de nêutrons.
  - b) um buraco negro.
  - c) uma nuvem de gás.
  - d) uma nuvem de meteoros.
  - e) nenhuma das alternativas.
- 14) No Rio Grande do Sul, um meteoro chegou à superfície da Terra provocando um estrondo enorme. Associaram à queda de um avião e até ao fim do mundo. Quando e onde foi isso?
  - a) Em 1937, na cidade de Putinga.
  - b) Em 1950, em Porto Alegre.
  - c) Em 2005, na cidade de Rio Grande.
  - d) Em 1940, em Novo Hamburgo.
  - e) Nenhuma das alternativas.

- 15) O Sol é uma estrela:
- a) no fim da vida.
  - b) de meia idade.
  - c) bem nova, formada há pouco tempo.
  - d) impossível saber.
  - e) nenhuma das alternativas.
- 16) Qual o tamanho de Plutão em relação à nossa Lua?
- a) Maior.
  - b) Menor.
  - c) Igual.
  - d) Não temos essa informação.
  - e) O tamanho de plutão não foi mensurado ainda.

**Nas frases abaixo marque V ou F, para as verdadeiras e falsas, respectivamente.**

- 17) ( ) O espaço é escuro porque não existem moléculas para espalhar a luz como na nossa atmosfera.
- 18) ( ) Na maioria das latitudes sobre a Terra, temos 4 estações porque tem épocas do ano que a Terra está mais próxima do Sol.
- 19) ( ) A Lua é o único astro que tem fases.
- 20) ( ) Os cometas são estruturas geladas que orbitam o Sol.
- 21) ( ) Quando um cometa se aproxima da Terra surge sua cauda, devido à gravidade terrestre.
- 22) ( ) O Cinturão de asteróides que existe no nosso Sistema Solar fica além do planeta Plutão.
- 23) ( ) Na atmosfera de Júpiter ocorrem grandes tempestades.
- 24) ( ) Júpiter tem apenas um satélite natural.
- 25) ( ) Há, no Sistema Solar, vulcões em atividade fora do planeta Terra.

## RESPOSTAS DAS ATIVIDADES DO MÓDULO 2

### Atividade 1 – Observação das Fases da Lua

Questões 1 a 8 são pessoais e dependem da época em que o trabalho é feito.

9) "O ciclo lunar é dividido em **4** fases principais, cujos nomes, ordenadamente, são nova, **quarto-crescente, cheia e quarto-minguante**. O intervalo entre cada uma dessas fases é de aproximadamente **7** dias portanto, um ciclo completo ou o lunação tem, mais ou menos, **28** dias."

10)

FASE	ÂNGULO ENTRE SOL E LUA	NASCIMENTO	OCASO
<b>NOVA</b>	<b>Mesma direção – 0°</b>	<b>Próximo às 6h</b>	<b>Próximo às 18h</b>
Quarto-Crescente	Aproximadamente 90°	<b>Próximo às 12h</b>	<b>Próximo às 24h</b>
Cheia	<b>180°</b>	Aproximadamente 18h	<b>Próximo às 6h</b>
Quarto-Minguante	<b>90°</b>	<b>Próximo às 24h</b>	Aproximadamente meio-dia

11) Movimentos sincronizados são aqueles de mesma duração, isto significa que o tempo de uma lunação ou revolução da Lua em torno da Terra é igual ao tempo necessário para a Lua girar em torno do próprio eixo (movimento de rotação). A consequência desse fato é que a Lua nos mostra sempre a mesma face.

### Aula 1 – Questões sobre as Fases da Lua

1 – B 2 – B 3 – D 4 – A 5 – E 6 – E 7 – B 8 – A 9 – C 10 – A

### Atividade 2 – Pesquisa sobre Eclipses (internet)

1 - B 2 - C 3 - C 4 - A 5 - C 6 - C 7 - D 8 - C 9 - B  
10 - a) F b) V c) V d) F e) V f) F g) V h) F

### Aula 3 – Estações do Ano

1)

Estações	Hemisfério	Data de Início	Duração do dia em relação à noite	Data Astronômica
VERÃO	SUL	22 DEZ	DIA > NOITE	SOLSTÍCIO
	NORTE	22 JUN	DIA > NOITE	SOLSTÍCIO
OUTONO	SUL	21 MAR	DIA = NOITE	EQUINÓCIO
	NORTE	23 SET	DIA = NOITE	EQUINÓCIO
INVERNO	SUL	22 JUN	DIA < NOITE	SOLSTÍCIO
	NORTE	23 DEZ	DIA < NOITE	SOLSTÍCIO
PRIMAVERA	SUL	21 SET	DIA = NOITE	EQUINÓCIO
	NORTE	22 MAR	DIA = NOITE	EQUINÓCIO

- O eixo da Terra tem uma inclinação de 23°, aproximadamente, em relação ao plano de órbita em torno do Sol.
- Datas em que o Sol atinge a altura máxima (solstício de verão) ou altura mínima (solstício de inverno) em cada hemisfério terrestre. São as datas de início do verão e do inverno.
- Próximo aos dias 21 de março e 23 de setembro, nesses dias, o dia tem a mesma duração da noite. Os equinócios marcam o início da primavera e do outono.
- É bem claro que no inverno o Sol fica mais "baixo" no céu do que no verão.
- Porque não há grandes variações da posição do Sol no céu ao longo do ano. O tempo de claridade (dia) e de escuridão (noite) é praticamente igual o ano todo, 12h para cada um. Não existe variações significativas de temperaturas ao longo do ano.

- 7) No Solstício de 22 de junho o Sol passa a aproximadamente  $23,5^\circ$  ao norte do zênite e em 22 de dezembro,  $23,5^\circ$  ao sul.
- 8) O Sol passa a pino (um poste vertical não produz sombra nenhuma) duas vezes ao ano em todas as localidades que estão entre as latitudes de  $23,5^\circ$  norte e  $23,5^\circ$  sul
- 9) Como nos pólos temos 6 meses de dia e 6 meses de escuridão, verificamos que há Sol à meia noite.

#### Aula 5 – Planetário

1 - Via Láctea	11 - B	21 - F
2 - espiral	12 - D	22 - F
3 - meteoritos	13 - C	23 - V
4 - dias/noites	14 - A	24 - F
5 - translação	15 - B	25 - V
6 - 1969	16 - B	
7 - vênus	17 - V	
8 - hidrogênio	18 - F	
9 - amarela/6000%/manchas solares	19 - F	
10 - marte/2/gás carbônico	20 - V	

## Teste do Módulo 2

- 1) Os eclipses lunares ocorrem quando:
- a) é dia .
  - b) é Lua Cheia, à noite.
  - c) a Lua fica em frente ao Sol.
  - d) é verão, nunca no inverno.
  - e) é Lua Crescente, durante à tarde.
- 2) A totalidade, ou seja, o ponto máximo de um eclipse lunar pode durar:
- a) apenas alguns minutos.
  - b) vários dias.
  - c) mais de uma hora.
  - d) impossível medir.
  - e) semanas.
- 3) Os eclipses do Sol ocorrem quando:
- a) o Sol se esconde atrás de algum planeta do sistema solar.
  - b) a Terra fica entre o Sol e a Lua.
  - c) chega a noite.
  - d) a Lua fica entre o Sol e a Terra.
  - e) o Sol está muito longe da Terra.
- 4) Quando ocorre um eclipse solar ele é visível:
- a) para algumas localidades do globo, dependendo de cada eclipse.
  - b) para todas as pessoas do mundo, sempre.
  - c) para as pessoas que moram em cidades sobre o equador terrestre, somente.
  - d) para aqueles que madrugam, pois para ver um eclipse solar temos que acordar cedo.
  - e) para os cientistas que possuem telescópios, somente assim é possível visualizar tal fenômeno.
- 5) As estações do ano ocorrem porque:
- a) a distância da Terra ao Sol varia durante o ano.
  - b) há uma inclinação no eixo terrestre em relação ao plano da órbita em torno do Sol.
  - c) há diferentes climas na superfície terrestre.
  - d) há uma variação do campo magnético terrestre enquanto a Terra orbita em torno do Sol.
  - e) não sabemos ainda, essa é uma questão ainda em estudo.
- 6) Na estação chamada de verão é verdadeiro afirmar que:
- a) os dias são mais longos que as noites.
  - b) o Sol fica mais baixo no céu, ao meio-dia local, do que no inverno.
  - c) os dias são mais curtos que as noites.
  - d) no início dessa estação ocorre o solstício de verão, e temos a noite mais longa do ano.
  - e) no início dessa estação ocorre um equinócio, ou seja, duração do dia igual ao da noite.
- 7) Escolha a alternativa que preenche corretamente as lacunas no parágrafo abaixo.
- “Quando iniciam a primavera e o outono, ocorrem os ....., momentos do ano em que a duração do dia é igual a da noite. No caso das outras duas estações, o .....e o ....., elas iniciam por solstícios, que se caracterizam por terem dias e noites com durações.....”*
- a) equinócios – primavera – verão – diferentes
  - b) solstícios – verão – inverno – diferentes
  - c) solstícios – verão – inverno – iguais
  - d) equinócios – verão – inverno – iguais
  - e) equinócios – verão – inverno - diferentes
- 8) Leia com atenção as afirmativas que seguem.
- I) No Hemisfério Sul, o verão inicia próximo ao dia 22 de dezembro.
  - II) No Hemisfério Norte, o inverno inicia próximo ao dia 22 de dezembro.
  - III) Quando inicia a primavera no Hemisfério Norte, no Hemisfério Sul inicia o outono.
- Escolha a alternativa correta:
- a) somente a I é verdadeira.
  - b) somente a II é verdadeira.
  - c) somente a I e a II são verdadeiras.
  - d) todas são verdadeiras.
  - e) todas são falsas.

9) Se observarmos os astros, aparentemente, eles “cruzam” o nosso céu, todos os dias, no sentido leste para oeste porque:

- a) a esfera celeste, onde os astros estão fixos, gira nesse sentido.
- b) a Terra faz rotação no sentido oposto, de oeste para leste.
- c) a Terra faz rotação nesse sentido, de leste para oeste.
- d) o eixo da Terra é inclinado em relação à sua órbita em torno do Sol.
- e) nenhuma alternativa correta.

10) As auroras boreais são fenômenos que ocorrem:

- a) próximo ao amanhecer, nas latitudes do equador terrestre.
- b) próximo aos pólos terrestres, devido à gravidade lunar.
- c) próximo aos pólos terrestres, devido a partículas provenientes do Sol e ao campo magnético da Terra.
- d) na linha do equador terrestre, devido ao campo magnético da Terra e a partículas que vem de cometas.
- e) nenhuma das alternativas.

11) O campo magnético da Terra:

I) é muito fraco e não afeta a natureza em nada.

II) existe e é essencial à vida na Terra.

III) é invertido em relação aos pólos geográficos da Terra; próximo ao pólo norte geográfico há um pólo sul magnético e vice-versa.

Para as frases acima, qual alternativa representa corretamente sua veracidade (V) ou falsidade (F) em ordem:

- a) V – V – V
- b) F – V – F
- c) F – V – V
- d) F – F – V
- e) V – V – F

12) Nos desenhos abaixo, o círculo maior, em tom claro de cinza, representa o planeta Terra, a parte mais escura indica os oceanos e o círculo pequeno, é a Lua. Qual configuração melhor representa o fenômeno de marés?

a)

b)

c)

d)

e) Nenhuma alternativa

Respostas do Teste					
1 - B	2 - C	3 - D	4 - A	5 - B	6 - A
7 - E	8 - D	9 - B	10 - C	11 - C	12 - B

## MÓDULO 3

### Aula 1

**Questões para serem respondidas após assistir o vídeo: SOL – Usina da Vida (Galáctica-b)**

**Escolha e marque uma única alternativa para cada questão.**

- 1) Que tipo de astro é o Sol?
  - a) Planeta.
  - b) Asteróide.
  - c) Satélite.
  - d) Cometa.
  - e) Estrela.
  
- 2) Qual a suposta origem do sistema solar?
  - a) Originou-se da explosão de um Buraco Negro.
  - b) Originou-se de um satélite gigante que explodiu.
  - c) Originou-se dos restos de estrelas que explodiram.
  - d) O vídeo não comentou esse assunto.
  - e) Nenhuma das alternativas.
  
- 3) Qual o nome da nossa galáxia?
  - a) Andrômeda.
  - b) Sistema Solar.
  - c) Via Láctea.
  - d) Nuvem de Magalhães.
  - e) Nenhuma das alternativas.
  
- 4) O diâmetro do Sol é, aproximadamente, quantas vezes maior que o diâmetro terrestre?
  - a) 5 vezes.
  - b) 100 vezes.
  - c) 20 vezes.
  - d) 1 000 000 de vezes.
  - e) 10 000 vezes.
  
- 5) Quais os componentes químicos principais do Sol?
  - a) Água e hidrogênio.
  - b) Hidrogênio e hélio.
  - c) Hélio e gás carbônico.
  - d) Hidrogênio e gás carbônico.
  - e) Nenhuma das alternativas.
  
- 6) A rotação do Sol em torno de seu eixo dura aproximadamente:
  - a) 2 anos.
  - b) 27 dias.
  - c) 27 horas.
  - d) 5 meses.
  - e) Nenhuma das alternativas.
  
- 7) Há diferença entre a temperatura da fotosfera (“superfície”) do Sol e a do seu núcleo?
  - a) Sim, o núcleo tem cerca de 15 milhões de graus e a fotosfera uns 6 mil graus.
  - b) Sim, o núcleo é bem mais frio que a superfície.
  - c) Sim, o núcleo tem temperaturas de uns 15 mil graus e a superfície de uns 6 mil graus.
  - d) Não, o sol é uma estrutura homogênea em relação a temperatura, toda sua estrutura tem uns 6 mil graus.
  - e) O vídeo não fornece informações sobre esse assunto.

8) É possível visualizar a coroa solar:

- a) ao amanhecer.
- b) ao entardecer.
- c) ao meio-dia.
- d) durante o inverno e somente no pólo norte.
- e) durante um eclipse solar.

9) Qual o nome dado à superfície visível do Sol?

- a) Fotosfera.
- b) Cromosfera.
- c) Biosfera.
- d) Solosfera.
- e) Angiosfera.

**10) Analise as afirmativas abaixo e marque com V as verdadeiras e com F as falsas. Corrija aquelas que estiverem erradas.**

- a) ( ) As manchas solares são escuras porque sua temperatura é menor que a da superfície solar que a circunda.
- b) ( ) As manchas solares têm um centro chamado de umbra e uma borda chamada de penumbra.
- c) ( ) As manchas solares são estruturas eternas, desde que o homem as visualizou são sempre as mesmas, localizadas no mesmo lugar.
- d) ( ) As protuberâncias na superfície do Sol são erupções de líquidos quentes.
- e) ( ) A Cromosfera é uma das regiões mais internas do Sol e tem cor avermelhada.
- f) ( ) Os Flares são erupções de pouca intensidade que ocorrem na superfície do Sol.
- g) ( ) As erupções que ocorrem no Sol têm o poder de milhões de bombas de hidrogênio.
- h) ( ) Os Flares emitem partículas energizadas que compõe o vento solar.
- i) ( ) As partículas energizadas do vento solar não sofrem influência da magnetosfera terrestre.
- j) ( ) As partículas do vento solar que entram na atmosfera terrestre, através dos pólos, produzem um efeito chamado de Aurora Boreal ou Austral.
- k) ( ) Os elementos mais leves da nuvem interestelar que formou o Sol concentraram-se próximo a ele e deram origem aos planetas, do tipo da Terra.
- L) ( ) Os planetas gigantes, como Júpiter e Saturno, são feitos de rochas sólidas.

### **Texto: Nossa Estrela – O Sol**

A sua estrutura é composta de várias camadas, de fora para dentro podemos citar: a coroa, a cromosfera, a fotosfera, a zona convectiva, a zona radiativa e o núcleo. A coroa e a cromosfera constituem a atmosfera do Sol. A camada abaixo da fotosfera constitui o interior do Sol.

O núcleo tem uma temperatura de aproximadamente 15 milhões Kelvin, e é nele onde a energia solar é produzida. Essa energia provém de reações nucleares de fusão. Sendo a composição basicamente hidrogênio, devido às altas temperaturas os átomos se unem (fusão) resultando num átomo de hélio e em energia, a qual é liberada para as camadas superiores. Para que a energia saia do Sol é preciso atravessar as outras camadas.

A energia produzida num processo de fusão nuclear é do tipo cinética e convertida em eletromagnética e irradiada do núcleo através da Zona Radiativa até chegar na próxima camada, a Zona Conectiva.

Convecção é um processo de transmissão de calor que atua efetivamente em fluidos (líquidos e gases). Este processo se baseia em movimento de camadas quentes e frias de maneira a uniformizar a temperatura. É o que ocorre na Zona Conectiva.

Sobre a Zona Conectiva encontramos a Fotosfera, a camada do Sol que visualizamos (de onde sai a maioria dos fótons visíveis). A sua aparência é de um líquido em ebulição, cheia de bolhas (grânulos). O Sol não tem superfície sólida. Na Fotosfera é onde ocorrem as Manchas Solares, fenômeno relacionado a campos magnéticos intensos existentes no Sol. Essas manchas, às vezes são tão grandes (muito maiores do que a Terra) que podem ser vistas a olho nu. Elas são regiões mais escuras que a fotosfera circundante devido a diferenças de temperatura, isto é, são cerca de 1000 K mais frias. A quantidade de manchas é variável, de poucas por mês a um pouco mais de cem



por mês, e obedece a picos de máximos e mínimos de acordo com um ciclo de aproximadamente 11 anos.

Além da Fotosfera existe a Cromosfera, a qual, só é visível durante os eclipses, durante a totalidade ou com um coronógrafo. Ela é uma camada de cerca de 10 mil km de extensão e tem cor avermelhada. Uma das características mais intrigantes dessa camada é que a sua temperatura aumenta para fora! Esse fato tem uma suposta explicação: campos magnéticos variáveis na Fotosfera e que são transportados para a Cromosfera por correntes elétricas. Dessa forma, parte da energia ficaria na Cromosfera tornando-a mais quente nas camadas superiores, de menor densidade.

Durante os eclipses totais é possível visualizar também a Coroa, parte mais externa do Sol que se estende por dois raios solares aproximadamente. Esta camada é a mais rarefeita e dela emana o Vento Solar (partículas ionizadas que se desprendem do Sol) que provoca uma perda de massa Solar constante, mas muito pequena. Essas partículas são as responsáveis pelas Auroras aqui na Terra. Também ocorrem, aqui na Terra, as tempestades eletromagnéticas associadas à grandes ejeções de massa que se desprendem da coroa solar. Essas tempestades podem danificar redes elétricas e satélites e ocorrem, em geral, em fases de maior atividade solar, as quais têm seus máximos a cada 11 anos. A última foi em 2001, a próxima em 2011 ou 2012.

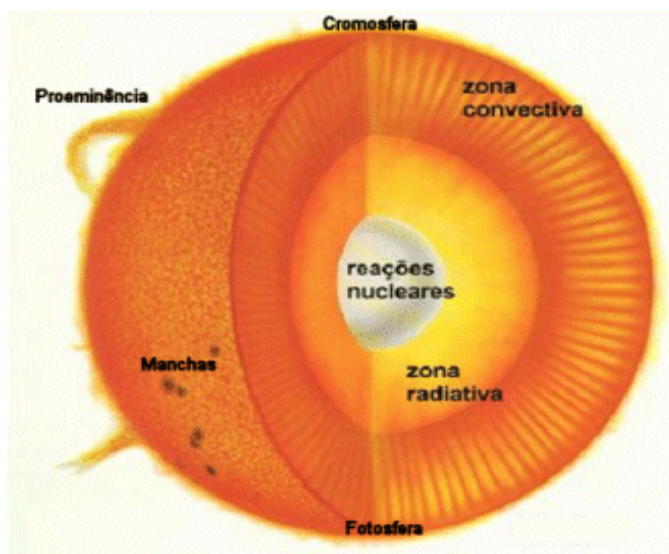


Figura que mostra as regiões do Sol. Retirada do site <http://astro.if.ufrgs.br/>

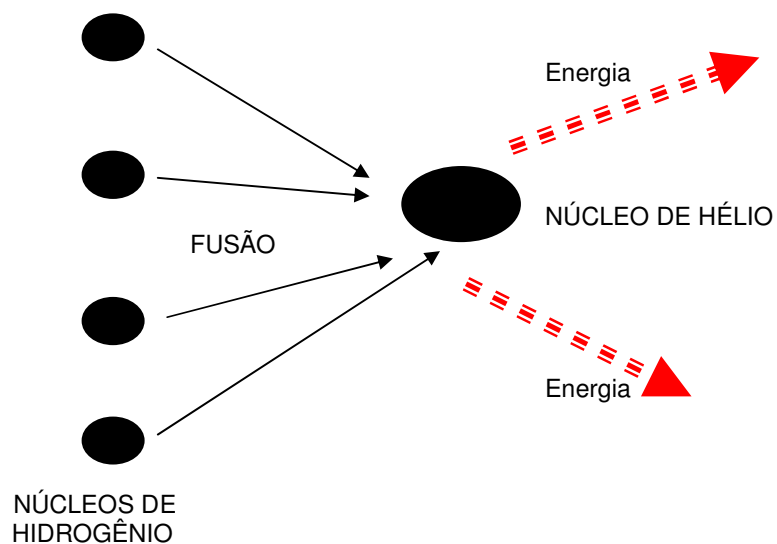
Características da estrutura e composição solar podem ser medidas (tamanho, distância, massa) ou estimadas por modelos químicos e físicos (pressão e temperatura).

O Sol tem cerca de 100 vezes o raio da Terra, sendo assim, é muito maior que ela. É uma estrela de meia idade (já tem cerca de 5 bilhões de anos e vai continuar como está pelo mesmo tempo), com um período de rotação de 27 dias no equador (33 dias perto dos pólos).

A composição básica do Sol é hidrogênio e hélio, sendo portanto um astro gasoso. A energia liberada pelo Sol é resultante de reações termonucleares que ocorrem no núcleo da nossa estrela, originadas pelas altas temperaturas e pressões lá existentes.

O resultado líquido dessas reações é que quatro núcleos de hidrogênio se transformam em um núcleo de hélio, como a massa do núcleo de hélio é um pouquinho menor que a massa dos quatro núcleos de hidrogênio que entraram na reação, existe uma "sobra" de massa. Essa "sobra" que constitui 0,7% da massa inicial, é convertida em energia e obedece a equação de Einstein

$$E = m \cdot c^2.$$



Representação esquemática da Fusão Nuclear: 4 núcleos de Hidrogênio em alta velocidade se chocam originando 1 núcleo de Hélio e energia eletromagnética.

É interessante observar que as estrelas têm um ciclo de vida. Durante a maior parte de sua vida, chamada de seqüência principal (fase da vida em que se encontra o Sol), ocorrem as fusões de H em He, o que acarreta uma constante perda de massa (mas só na ordem de 7 milésimos). Nosso Sol converte 600 milhões de toneladas de hidrogênio em hélio, por segundo. O mais interessante é que quanto mais energia uma estrela produz, mais luminosa ela é, ou seja, ela gasta essa energia mais rapidamente, o que acelera o seu "envelhecimento", e seu tempo de vida fica menor. Quanto mais massa tem a estrela, mais reações ocorrem, com isso, mais massa é transformada por segundo e, conseqüentemente, menos tempo de vida ela tem!

Para o Sol, a previsão é que daqui a 1 bilhão de anos ele aumente seu brilho em 10%, provocando um aumento no efeito estufa devido à evaporação da água. Daqui a 3,5 bilhões de anos, o brilho do Sol será uns 40% maior, os mares secarão completamente e o efeito estufa será enorme. Quando acabar o combustível do núcleo do Sol, o hidrogênio, ele se transformará numa Gigante Vermelha e terá perda gradual de massa. Com esta perda de massa do Sol, a Terra se afastará um pouco (até a órbita de Marte, aproximadamente) sob temperaturas de 1300°C. O Sol então fundirá o He em C no núcleo. Com a aceleração da perda de parte da massa e a contração da massa restante o Sol virá a ser uma Anã Branca.

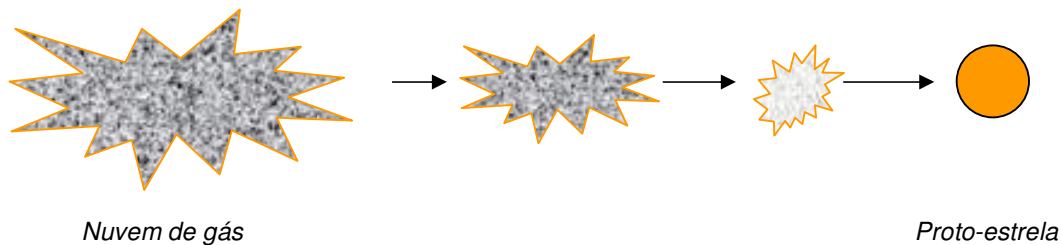
## Aula 2

### Texto: Evolução Estelar

As estrelas podem ser do tipo simples (sozinhas, como o Sol, mas provavelmente com sistemas planetários), ou fazerem parte de sistemas binários ou múltiplos (60% são desse tipo). Para determinar seu tempo de vida e evolução é necessário saber a massa (nos últimos bilhões de anos as estrelas se formaram com massas entre 0,08 e 100 vezes a massa do Sol) e a separação entre as estrelas que compõe os sistemas binários.

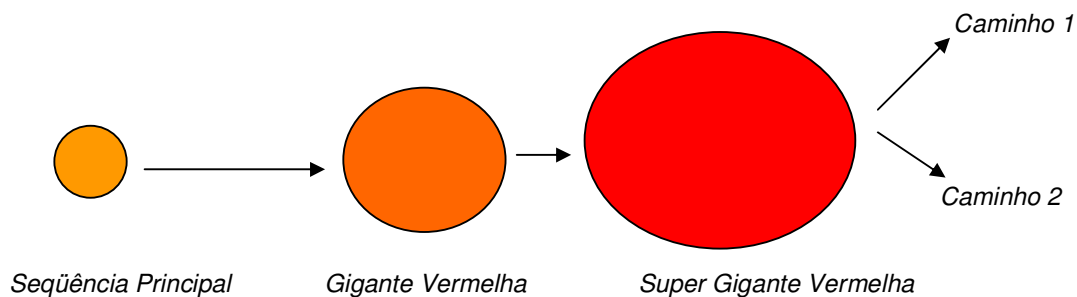
Inicialmente a nuvem de gás que origina a estrela se contrai devido ao aumento da gravidade causado por uma pressão externa, como a explosão de uma supernova nas vizinhanças, tornando-se uma proto-estrela. Quando o núcleo atinge temperaturas suficientes, inicia-se a seqüência principal que é a fase em que ocorrem as fusões nucleares transformando hidrogênio em hélio. Estrelas de qualquer massa passam por esses processos.

A seguir, veja um esquema representativo da evolução de estrelas de qualquer tipo.



Representação esquemática da evolução das estrelas.

Aquelas estrelas que têm massa de 0,8 até 25 massas do Sol, evoluem para uma Gigante Vermelha e depois, para a Super Gigante Vermelha, observe:



Representação esquemática da evolução das estrelas com massa de 0,8 até 25 vezes a massa do nosso Sol.

Conforme o esquema anterior há dois caminhos para a evolução de uma Super Gigante Vermelha:

a) Caminho 1: Estrelas com massas de 0,8 até cerca de 8 massas do Sol transformam-se em Nebulosas Planetárias e por fim em Anãs Brancas.

b) Caminho 2: Aquelas que têm de 8 a 25 massas do Sol, evoluem para uma Supernova e terminam como uma Estrela de Nêutrons ou de Quarks, quando não acontece a disrupção total da estrela.

As estrelas mais massivas, acima de 25 massas do Sol, mesmo durante a seqüência principal, transformam-se numa Estrela de Wolf-Rayet, as quais são variáveis e envoltas em poeira e gás. Elas também chegam na fase de Supernovas e, depois disso, Buracos Negros, ou disrupção total da estrela.

Notas:

- Pulsares são estrelas de nêutrons que possuem um forte campo magnético, dessa forma, emitem luz em cones, a partir dos pólos magnéticos. Lembram um farol.
- Estrelas com massas menores que 0,8 massas do Sol ainda não evoluíram para a seqüência principal, devido à idade finita do Universo.
- Quarks são os constituintes de prótons e nêutrons.

### Exercícios do Módulo 3

Complete as cruzadas de acordo com os conhecimentos adquiridos sobre o Sol e a Evolução Estelar.

1. Reação nuclear que ocorre nas estrelas e é sua fonte de energia
2. Camada do Sol, vista durante os eclipses, que tem cor avermelhada.
3. Nome dado a etapa da evolução de uma estrela ao sair da seqüência principal.
4. O principal componente químico do Sol.
5. A camada mais externa e rarefeita do Sol.
6. Composto por partículas ionizadas que se desprendem do Sol.
7. Camada mais visível do Sol.
8. Nome da parte central e mais escura de uma mancha solar.
9. O segundo elemento mais abundante no Sol.
10. Fenômeno que ocorre na atmosfera terrestre, próximo aos pólos, que se deve à interação entre partículas do Vento Solar, campo magnético da Terra e o ar.

				<b>A</b>															
<b>2.</b>				<b>S</b>															
<b>3.</b>				<b>T</b>															
				<b>R</b>															
				<b>O</b>															
			<b>6.</b>	<b>N</b>															
			<b>7.</b>	<b>O</b>															
			<b>8.</b>	<b>M</b>															
			<b>9.</b>	<b>I</b>															
				<b>10.</b>	<b>A</b>														

## RESPOSTAS DAS ATIVIDADES DO MÓDULO 3

### Aula 1 - Vídeo (Sol - Usina da Vida)

1 - E   2 - C   3 - C   4 - B   5 - B   6 - B   7 - A   8 - E   9 - A

10a (V)	10b (V)	10c (F)	10d (F)	10e (F)	10f (V)
10g (F)	10h (V)	10i (V)	10j (V)	10k (F)	10L (F)

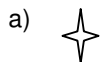
### Aula 2 – Palavras Cruzadas

1. Fusão
2. Cromosfera
3. Gigante Vermelha
4. Hidrogênio
5. Coroa
6. Vento Solar
7. Fotosfera
8. Umbra
9. Hélio
10. Aurora

### Teste do Módulo 3

O teste a seguir foi utilizado como pré e pós-teste nas turmas onde o trabalho foi aplicado.

1) A figura que melhor representa a forma real de uma estrela é:



e) Nenhuma das alternativas



2) As estrelas podem diferir entre si em:

- a) brilho.
- b) cor.
- c) distância até nós.
- d) brilho, cor e distância até nós.
- e) nenhuma das alternativas.

3) As estrelas são corpos:

- a) iluminados.
- b) luminosos.
- c) sem luz própria.
- d) depende da estrela.
- e) nenhuma das alternativas.

4) Escolha a alternativa que completa corretamente o parágrafo abaixo.

*“Nós vivemos num planeta chamado Terra que possui um ..... chamado Lua. Nosso planeta faz parte do ..... que, junto com milhares de outras estrelas, formam uma ..... chamada ..... O conjunto de ..... forma nosso .....”*

- a) satélite – Sistema Solar – Constelação – Via Láctea – Galáxias - universo
- b) asteroide – Sistema Solar – Constelação – Via Láctea – galáxias - sistema
- c) satélite – Sistema Estelar – Galáxia – Via Láctea – Constelações - universo
- d) satélite – Sistema Solar – Galáxia – Via Láctea – galáxias - universo
- e) Nenhuma das alternativas

5) Quando nosso Sol “morrer” ele:

- a) se transformará numa anã branca.
- b) se transformará num planeta.
- c) sumirá sem deixar pistas.
- d) se tornará um buraco negro.
- e) ficará como está, na verdade ele nunca “morrerá”, isso é uma ficção, de acordo com nosso conhecimento científico atual sabemos que nosso Sol é eterno.

6) De acordo com seus conhecimentos, pode afirmar que o Sol, a estrela do nosso sistema solar, é basicamente constituído de:

- a) rochas.
- b) gases.
- c) líquidos.
- d) rochas e água.
- e) gases e poeira.

7) Sabemos atualmente que as estrelas evoluem, isto é, nascem, têm um certo tempo de vida e depois “morrem”. A evolução delas deve-se a fenômenos que ocorrem em seu núcleo. No caso do Sol, podemos afirmar que, atualmente, suas partículas centrais sofrem constantemente:

- a) desintegrações nucleares, emitindo partículas radioativas.
- b) fissão nuclear, liberando pouquíssima energia.
- c) fusão nuclear, liberando muita energia.
- d) ebulição molecular, sem liberação de energia.
- e) Nenhuma das alternativas.

8) Qual o momento em que é possível visualizar a coroa solar?

- a) Ao amanhecer.
- b) Durante o inverno e somente no pólo norte.
- c) Ao entardecer.
- d) Ao meio-dia.
- e) Nenhuma das alternativas.

9) Qual o nome dado à superfície solar, a camada do Sol visível da Terra todos os dias?

- a) Fotosfera.
- b) Biosfera.
- c) Cromosfera.
- d) Solosfera.
- e) Coroa.

Respostas do Teste

1 - C   2 - D   3 - B   4 - D   5 - A   6 - B   7 - C   8 - E   9 - A

## REFERÊNCIAS

- CANALLE, J. B. G. **Oficina de Astronomia on-line**. Rio de Janeiro: Instituto de Física-UFRJ, [200-?]. Disponível em: <http://152.92.4.67/cursos/astrofisica/index.html>. Acesso em: 16 mar. 2005.
- CARRON, Wilson; GUIMARÃES, Osvaldo. **As faces da Física**. São Paulo: Editora Moderna, 1999.
- CASAS, Renato Iás. **As estações do ano**. Belo Horizonte: UFMG, 2002. Disponível em: <http://www.observatorio.ufmg.br/pas44.htm>. Acesso em: 12 ago. 2005.
- FREIRE JÚNIOR, Olival; CARVALHO Neto, Rodolfo Alves de. **O universo dos quanta: uma breve história da Física Moderna**. São Paulo: Editora FTD, 1997.
- FRIAÇA, Amâncio C. S. et al. (Org.). **Astronomia: uma visão geral do universo**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000.
- GALÁCTICA – Show Cósmico: Planetas Exteriores e Estrelas. **Cometas, Meteoritos e Asteróides**. Produção de Encyclopaedia Britannica do Brasil Publicações Ltda., São Paulo, 1996. 1 videocassete (120min), VHS, NTSC, son., color., narrado em português.
- GALÁCTICA – Show Cósmico: O Sol e os Planetas Interiores. **Sol – Usina de Vida**. Produção de Encyclopaedia Britannica do Brasil Publicações Ltda., São Paulo, 1996. 1 videocassete (120min), VHS, NTSC, son., color, narrado em português.
- HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- KERBER, Leandro de Oliveira. **Medindo distâncias através da paralaxe**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/oei/hip.html>. Acesso em: 15 jul. 2005.
- NASA OBSERVATORIUM. **As três leis de Kepler sobre o movimento dos planetas**. Tradução de Kepler's Three Laws of Planetary Motion, por Kepler de Souza Oliveira Filho e Maria de Fátima Oliveira Saraiva . Washington DC: NASA, 1995-1997. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/Orbit/orbits.htm>. Acesso em: 2 ago. 2005. Versão original em inglês disponível em: [http://observe.arc.nasa.gov/nasa/education/reference/orbits/orbit\\_sim.html](http://observe.arc.nasa.gov/nasa/education/reference/orbits/orbit_sim.html)
- OLIVEIRA FILHO, Kepler de S. e SARAIVA, Maria de F. O. **Astronomia e Astrofísica**. 2. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004a. 557p.
- OLIVEIRA FILHO, Kepler de S. e SARAIVA, Maria de F. O. **Astronomia e Astrofísica**. Porto Alegre: IF-UFRGS, 2004b. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/>. Acesso em: 12 mar. 2005
- ROCHA, José Fernando et al. (Org.). **Origens e evolução das idéias da Física**. Salvador: Editora EDUFBA, 2002, 372p.
- SILVA, Adriana V. R. da. **Nossa estrela: o Sol**. São Paulo: Editora Livraria de Física, 2006. 166p.



## APÊNDICE C

Levantamento dos conteúdos abordados, em livros de ensino médio, correspondentes à astronomia

- 1) Máximo, Antônio e Alvarenga, Beatriz (1997), *Física – Volume Único*, Editora Scipione, São Paulo.

Nesse livro há um capítulo dedicado a Movimento Curvilíneo e Gravitação onde ambos estão correlacionados. São abordados temas como Leis de Kepler, variações da aceleração da gravidade, velocidade de satélite, marés, buracos negros, centro de gravidade, movimento de projétil.

- 2) Bonjorno, Regina A. et alli (1993), *Física Fundamental – 2º Grau Volume - Único*, Editora FTD, São Paulo.

Aqui a abordagem é feita pela Lei da Gravitação Universal, Leis de Kepler e Aceleração da Gravidade num capítulo único com o título de “Gravitação Universal”. Há uma brevíssima abordagem histórica.

- 3) Chiquetto, Marcos J. (2000), *Física – Ensino Médio – Volume Único*, Editora Scipione, São Paulo.

No capítulo “Movimento dos Astros” é feita uma abordagem direta das Leis de Kepler e da Lei da Gravitação Universal, com poucos exercícios (somente 13) com exemplos resolvidos do tipo “aplicação das equações”.

- 4) Talavera, Álvaro e Pozzani, Luciano (2002), *Física*, Editora Nova Geração.

Esse livro tem dois volumes de Mecânica (I e II), há capítulos que tratam de força, quantidade de movimento e impulso.

- 5) Anjos, Ivan e Arruda, Miguel (1993), *Física na Escola Atual - Mecânica*, Editora Atual.

Traz um histórico, Leis de Kepler, Lei da Gravitação Universal e aceleração da gravidade. Trabalha com listas de questões de vestibular.

- 6) Paraná (1999), *Física – Volume 1, Mecânica*, Editora Ática.

Traz um breve histórico, Leis de Kepler, Lei da Gravitação Universal, aceleração da gravidade e velocidade de satélite.

- 7) Paraná (1999), *Física para o Ensino Médio – Volume Único*, Editora Ática.

Contém um breve histórico, Leis de Kepler, Lei da Gravitação Universal, aceleração da gravidade e velocidade de satélite.

- 8) Bonjorno, Regina et alli (1946), *De Olho no Vestibular – Física 1*, Editora FTD.

Um capítulo com Leis de Kepler e Lei da Gravitação Universal.

9) Gaspar, Alberto (2000), *Física – Mecânica 1*, Editora Ática.

Traz um comentário sobre o histórico, Leis de Kepler, Lei da Gravitação Universal, aceleração da gravidade e velocidade de satélite. Trabalha com questões de vestibular.

10) Alvarenga, Beatriz e Máximo, Antônio (2000), *Curso de Física – volume 1*, Editora Scipione.

Traz um histórico, Leis de Kepler, Lei da Gravitação Universal, aceleração da gravidade e velocidade de satélite.

11) Carras, Wilson e Guimarães, Oswaldo (1999), *As Faces da Física – Volume Único*, Editora Moderna.

Aborda um pouco do histórico, trabalha Leis de Kepler, Lei da Gravitação Universal, aceleração da gravidade, velocidade de escape e velocidade de satélite. Também há explicações rápidas sobre marés e eclipses.

12) Amaldi, Ugo (1995), *Imagens da Física – As idéias e as Experiências do Pêndulo aos Quarks – Curso Completo*, Editora Scipione.

Observei um diferencial, nesse livro há um capítulo chamado de “As Forças e o Movimento” no qual, trabalha-se movimento de projéteis e de satélites, força centrípeta e peso. Logo no capítulo seguinte “A Gravitação Universal” há o detalhamento da lei da gravitação universal e velocidade de satélites.

13) Gonçalves Filho, Aurélio e Toscano, Carlos (2002), *Física para o Ensino Médio – Volume Único*, Editora Scipione.

No capítulo dedicado á gravitação há explanação das leis de kepler, lei da gravitação universal, aceleração da gravidade e força centrípeta. Nesse livro há dedicação à quantidade de movimento mas, não conectado com a astronomia.

## APÊNDICE D

Esse apêndice mostra os dados utilizados para a análise dos resultados.

A tabela 1 relaciona o número de alunos conforme o número de acertos para a turma A (Módulo 1), no pré e pós-teste. As médias de acertos aparecem plotadas nas Figuras 5.1 e 5.2 no capítulo de resultados. As mesmas informações para a turma B estão na tabela 3 e nas figuras 5.4 e 5.5 do capítulo 5.

A tabela 2 mostra os dados, da turma A (Módulo 1), utilizados para o cálculo da significância estatística para a diferença entre médias de um mesmo grupo, comparando as respostas obtidas num mesmo teste (pré e pós-teste). A tabela 4, contém os dados para a turma B.

Tabela D1: Demonstrativo de acertos no pré e pós-teste do Módulo 1 para a turma A

Resultados do Pré-Teste Módulo 1		Resultados do Pós-Teste Módulo 1	
Número de alunos	Total de acertos	Número de alunos	Total de acertos
1	2	1	12
2	6	3	13
2	8	4	14
1	9	3	15
1	11	4	16
3	12	2	17
4	13	4	18
3	14	3	19
1	15	2	20
3	16		
2	17		
3	19		

Tabela D2: Demonstrativo dos dados da turma A para Módulo 1. Identificação dos alunos (Aluno), número de acertos no pré-teste (X), número de acertos no pós-teste (Y), diferença entre o número de acertos do pré e pós teste (Ganho - G), ganho ao quadrado ( $G^2$ ).

ALUNO	X	Y	G(Y-X)	$G^2$
1	19	19	0	0
2	12	16	4	16
3	12	13	1	1
4	16	18	2	4
5	2	13	11	121
6	11	17	6	36
7	9	19	10	100
8	16	16	0	0
9		14		
10	6	15	9	81
11	14	14	0	0
12	15	18	3	9
13	14	14	0	0
14	17			
15	8	18	10	100
16	12	12	0	0
17	13			
18	16			
19	13	14	1	1
20	19	20	1	1
21		12		
22	14	18	4	16

23	17	16	-1	1
24				
25	17	17	0	0
26		16	0	
27	16	19	3	9
28	14			
29	13	14	1	1
30	8	13	5	25
31	13	15	2	4
32	6	16	10	100
33	19	20	1	1
34		16		
35	13	15	2	4
SOMATÓRIOS			85	631
Graus de liberdade = 25				
Ganho médio = 3,27				
Desvio padrão do ganho médio = 0,71				
<i>t Student</i> = 4,59				

Tabela D3: Demonstrativo de acertos no pré e pós-teste do Módulo 1 para a turma B

Resultados do Pré-Teste Módulo 1		Resultados do Pós-Teste Módulo 2	
Número de alunos	Total de acertos	Número de alunos	Total de acertos
2	8	1	10
2	11	1	15
1	12	3	16
1	13	5	17
3	14	1	18
1	15		
1	16		

Tabela D4: Demonstrativo dos dados da turma B para Módulo 1. Identificação dos alunos (Aluno), número de acertos no pré-teste (X), número de acertos no pós-teste (Y), diferença entre o número de acertos do pré e pós teste (Ganho - G), ganho ao quadrado ( $G^2$ ).

ALUNO	X	Y	G(Y-X)	$G^2$
1	11			
2	11	16	5	25
3	8	15	7	49
4	7			
5	12			
6				
7	13	16	3	9
8	12			
9		17		
10				
11	14	17	3	9
12	12			
13				
14	8			
15	16	17	1	1
16	11	17	6	36

17				
18	13			
19	13			
20	12	16	4	16
21	14	17	3	9
22				
23	14	17	3	9
24	8	10	2	4
25	15	18	3	9
SOMATÓRIOS			40	176
Graus de liberdade = 10				
Ganho médio = 3,64				
Desvio padrão do ganho médio = 0,53				
t Student = 6,90				

A seguir encontramos os dados utilizados para a análise dos resultados do Módulo 2 para as duas turmas avaliadas.

As tabelas 5 e 7 relacionam o número de alunos conforme o número de acertos para as turmas A e B, respectivamente. A média de acertos das turmas no pré e no pós-teste estão plotadas nas Figuras 5.4 e 5.5 no capítulo de resultados.

As tabelas 6 e 8 mostram os dados utilizados para o cálculo da significância estatística para a diferença entre médias de um mesmo grupo, comparando as respostas obtidas num mesmo teste (pré e pós-teste). Essas tabelas correspondem as turmas A e B, respectivamente.

Tabela D5: Demonstrativo de acertos no pré e pós-teste do Módulo 2 para a turma A

Resultados do Pré-Teste Módulo 2		Resultados do Pós-Teste Módulo 2	
Número de alunos	Total de acertos	Número de alunos	Total de acertos
1	3	1	5
1	4	2	6
2	5	2	7
4	6	8	9
4	7	10	10
8	8	5	11
8	9		

Tabela D6: Demonstrativo dos dados da turma A para Módulo 2. Identificação dos alunos (Aluno), número de acertos no pré-teste (X), número de acertos no pós-teste (Y), diferença entre o número de acertos do pré e pós teste (Ganho - G), ganho ao quadrado ( $G^2$ ).

ALUNO	X	Y	G(Y-X)	$G^2$
1	7	9	2	4
2	9	10	1	1
3	9	6	-3	9
4	9	10	1	1
5	3	9	6	36
6	6	10	4	16
7	5	11	6	36
8	6	11	5	25
9	4	5	1	1
10	9			
11		10		
12	8	11	3	9
13	9	9	0	0

14				
15	9	11	2	4
16	7	7	0	0
17	8	9	1	1
18	8	10	2	4
19	7	10	3	9
20	8	9	1	1
21	9	6	-3	9
22	7	10	3	9
23	9	10	1	1
24				
25	6	9	3	9
26	8	9	1	1
27		10		
28	8	9	1	1
29		8		
30	5	7	2	4
31	8	10	2	4
32	9	10	1	1
33		7		
34	6	10	4	16
35	8	11	3	9
SOMATÓRIOS			53	221
<b>Graus de liberdade = 27</b>				
<b>Ganho médio = 1,89</b>				
<b>Desvio padrão do ganho médio = 0,40</b>				
<b>t Student = 4,74</b>				

Tabela D7: Demonstrativo de acertos no pré e pós-teste do Módulo 2 para a turma B

Resultados do Pré-Teste Módulo 2		Resultados do Pós-Teste Módulo 2	
Número de alunos	Total de acertos	Número de alunos	Total de acertos
1	6	1	7
9	7	2	8
4	8	7	9
1	9	3	10
2	10	1	11
		3	12

Tabela D8: Demonstrativo dos dados da turma B para Módulo 2. Identificação dos alunos (Aluno), número de acertos no pré-teste (X), número de acertos no pós-teste (Y), diferença entre o número de acertos do pré e pós teste (Ganho - G), ganho ao quadrado ( $G^2$ ).

ALUNO	X	Y	G(Y-X)	$G^2$
1	8	9	1	1
2		11		
3	7	12	5	25
4	8	10	2	4
5	8	8	0	0
6	6			
7	7	9	2	4
8	10	10	0	0
9	10			

10	7	12	5	25
11	9	9	0	0
12	10	12	2	4
13		9		
14	6	9	3	9
15	7	9	2	4
16	7	7	0	0
17				
18	8			
19		9		
20	7	9	2	4
21	7	10	3	9
22	7			
23	7	9	2	4
24	8	8	0	0
25	7	11	4	16
SOMATÓRIOS			33	109
Graus de liberdade = 16				
Ganho médio = 1,94				
Desvio padrão do ganho médio = 0,41				
t Student = 4,78				

Dados utilizados para a análise dos resultados do Módulo 3.

As tabelas 9 e 11 relacionam o número de alunos conforme o número de acertos para as turmas A e B, respectivamente. A média de acertos das turmas no pré e no pós-teste aparecem nas Figuras 5.7 e 5.8 no capítulo 5.

As tabelas 10 e 12 mostram os dados utilizados para o cálculo da significância estatística para a diferença entre médias de um mesmo grupo, comparando as respostas obtidas num mesmo teste (pré e pós-teste). Essas tabelas correspondem as turmas A e B, respectivamente.

Tabela D9: Demonstrativo de acertos no pré e pós-teste do Módulo 3 para a turma A

Resultados do Pré-Teste Módulo 3		Resultados do Pós-Teste Módulo 3	
Número de alunos	Total de acertos	Número de alunos	Total de acertos
3	4	2	6
8	5	3	8
4	6	7	9
5	7	6	10
7	8	12	11
1	10		
2	11		

Tabela D10: Demonstrativo dos dados da turma A para Módulo 3. Identificação dos alunos (Aluno), número de acertos no pré-teste (X), número de acertos no pós-teste (Y), diferença entre o número de acertos do pré e pós teste (Ganho - G), ganho ao quadrado ( $G^2$ ).

ALUNO	X	Y	G(Y-X)	$G^2$
1	7	9	2	4
2	9	10	1	1
3	9	6	-3	9
4	9	10	1	1
5	3	9	6	36
6	6	10	4	16
7	5	11	6	36

8	6	11	5	25
9	4	5	1	1
10	9			
11		10		
12	8	11	3	9
13	9	9	0	0
14				
15	9	11	2	4
16	7	7	0	0
17	8	9	1	1
18	8	10	2	4
19	7	10	3	9
20	8	9	1	1
21	9	6	-3	9
22	7	10	3	9
23	9	10	1	1
24				
25	6	9	3	9
26	8	9	1	1
27		10		
28	8	9	1	1
29		8		
30	5	7	2	4
31	8	10	2	4
32	9	10	1	1
33		7		
34	6	10	4	16
35	8	11	3	9
SOMATÓRIOS			53	221
<b>Graus de liberdade = 29</b>				
<b>Ganho médio = 3,07</b>				
<b>Desvio padrão do ganho médio = 0,38</b>				
<b>t Student = 8,06</b>				

Tabela 11: Demonstrativo de acertos no pré e pós-teste do Módulo 3 para a turma B

Resultados do Pré-Teste Módulo 3		Resultados do Pós-Teste Módulo 3	
Número de alunos	Total de acertos	Número de alunos	Total de acertos
1	3	1	7
1	5	1	9
5	6	3	10
4	8	7	11
1	9		

Tabela D12: Demonstrativo dos dados da turma B para Módulo 3. Identificação dos alunos (Aluno), número de acertos no pré-teste (X), número de acertos no pós-teste (Y), diferença entre o número de acertos do pré e pós teste (Ganho - G), ganho ao quadrado ( $G^2$ ).

ALUNO	X	Y	G(Y-X)	$G^2$
1		11		
2	8	11	3	9
3	6	11	5	25



4	5	9	4	16
5		9		
6				
7	8			
8	6	10	4	16
9	7			
10	8	10	2	4
11	8	11	3	9
12	9	11	2	4
13	6	7	1	1
14		11		
15	3			
16	5			
17				
18	8			
19		9		
20				
21	3	10	7	49
22				
23	8	11	3	9
24	6	11	5	25
25	6	11	5	25
SOMATÓRIOS			44	192
<b>Graus de liberdade = 11</b>				
<b>Ganho médio = 3,67</b>				
<b>Desvio padrão do ganho médio = 0,48</b>				
<b>t Student = 7,61</b>				