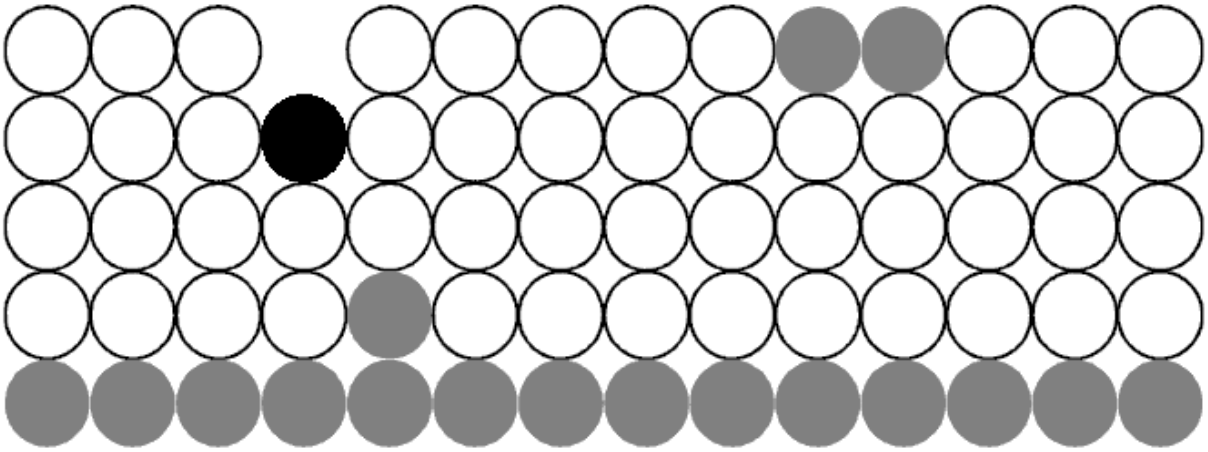
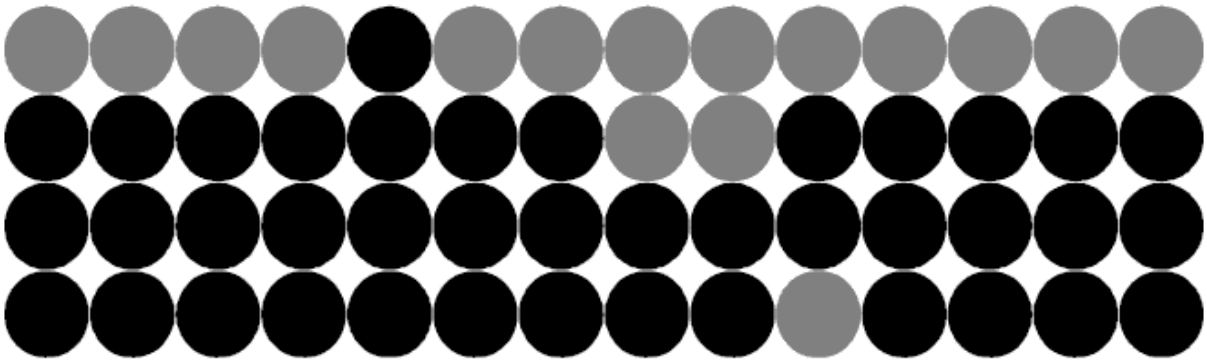
TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA
v.18 n.4 2007 **ISSN 1807-2763**



O SISTEMA SOLAR – UM PROGRAMA DE ASTRONOMIA PARA O ENSINO MÉDIO

Andréia Pessi Uhr



Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Instituto de Física UFRGS

Textos de Apoio ao Professor de Física, v.18 n.4, 2007.
Instituto de Física – UFRGS
Programa de Pós – Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

Editores: Marco Antonio Moreira
Eliane Angela Veit

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Bibliotecária Carla Torres CRB 10/1600)

U31s Uhr, Andréia Pessi
O Sistema Solar : um programa de Astronomia para o ensino médio / Andréia Pessi Uhr.- Porto Alegre : UFRGS, Instituto de Física, Programa da Pós-Graduação em Ensino de Física, 2007.

84p. : il. (Textos de apoio ao professor de física / Marco Antonio Moreira, Eliane Angela Veit, ISSN 1807-2763; v.18; n. 4)

Produto do trabalho de conclusão do Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

1. Sistema Solar. 2. Ensino de Astronomia. 3. Ensino Médio I. Título. II. Série.

PACS 01.40.E
CDU 53:37

Impressão: Waldomiro da Silva Olivo
Intercalação: João Batista C. da Silva

SUMÁRIO

Apresentação.....05
Módulo 1.....07
Aula 1 – Dos Primórdios a Kepler.....07
Aula 2 – As Leis de Kepler.....12
Aula 3 – Atividade de Internet: Leis de Kepler.....16
Aula 4 – De Galileu a Newton.....17
Aula 5 – Atividade prática: Construindo um Sistema Solar numa tira de papel.....23
Aula 6 – Atividade com vídeo: Corpos menores do Sistema Solar.....27
- O que é Paralaxe?.....29
Aula 7 – Atividade prática: Medindo distâncias através da paralaxe.....32
Aula 8 – Visita ao Museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS.....36
Respostas das atividades do Módulo 1.....37
Teste do Módulo 1.....38

Módulo 2.....43
Aula 1 – Atividade prática: Observação das fases da Lua.....43
- Fases da Lua.....45
Aula 2 – Atividade de Internet: Pesquisa sobre eclipses 50
- As marés.....54
Aula 3 – As estações do ano.....55
Aula 4 – Movimento aparente dos astros.....58
- O fenômeno das Auroras.....59
Aula 5 – Planetário: Jornada no Sistema Solar.....60
Respostas das atividades do Módulo 2.....63
Teste do Módulo 2.....65

Módulo 3.....69
Aula 1 – Atividade com vídeo: Sol – Usina de Vida.....69
- Nossa estrela – O Sol.....72
Aula 2 – Evolução estelar.....75
Respostas das atividades do Módulo 3.....78
Teste do Módulo 3.....79

Fontes Consultadas.....81
Relação de Textos de Apoio ao Professor de Física.....83

APRESENTAÇÃO

Este material é o resultado do meu trabalho de Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFRGS, desenvolvido sob a orientação da Profa. Maria de Fátima Oliveira Saraiva e co-orientação do Prof. Kepler de Souza Oliveira Filho.

As aulas presentes neste texto abordam um assunto interessante, atual e sempre na moda - a Astronomia. Elas foram aplicadas em turmas de Ensino Médio de uma escola de Porto Alegre e seu conteúdo foi organizado em três módulos, tendo como tema geral "O Sistema Solar". O Módulo 1, intitulado "Os Planetas e Corpos Menores do Sistema Solar", inclui um breve histórico da Astronomia e tópicos como leis de Kepler e características de planetas e corpos menores do sistema solar; 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 e foram planejados para 30 horas/aula de curso. As atividades previstas incluem leitura de textos, pesquisas na web, atividades práticas, atividades com vídeos, questionários e exercícios de lápis e papel. Cada aula foi elaborada para 2 horas de atividades.

Sem a pretensão de apresentar um trabalho definitivo, esperamos que esse material possa ajudar aqueles que desejam diversificar suas aulas e motivar os alunos a gostar de Física. Desejamos que o trabalho aqui exposto sirva também de incentivo aos colegas professores, para que eles otimizem e personalizem suas atividades, tornando o trabalho de ensinar mais ameno, agradável e frutífero.

Porto Alegre, março de 2008.

Andréia Pessi Uhr

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	PLATÃO	**ARISTÓTENES**	ARISTARCO	**ERATÓSTENES**	HIPARCO
Séc. VI	Séc. V	**Séc. IV**	Séc. III	**Séc. III**	Séc. II

Linha do Tempo

A Música das Esferas	O Mundo das Idéias	**Cosmos Perfeito**	Heliocentrismo	**Raio da Terra**	Precessão dos Equinócios

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.

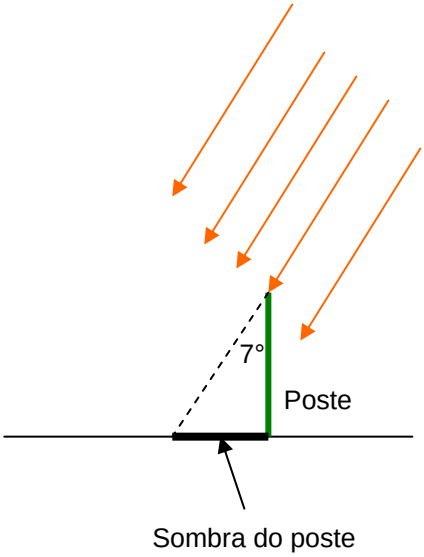
Platão influenciou várias gerações de pensadores e cientistas; para ele o importante era o mundo das idéias. Em sua concepção o que observamos não é definitivo e é mutável, pois é uma projeção incorreta da verdadeira idéia. Para Platão o importante eram os pensamentos e não os fatos, por isso, cientificamente 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.

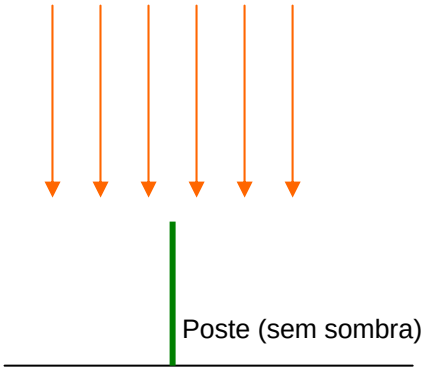
Aristarco foi o primeiro a propor um sistema Heliocêntrico. Ele achava muito mais lógico o Sol ser o centro do universo do que a Terra, mas suas idéias não foram levadas a sério em sua época. Aristarco também determinou distâncias e tamanhos do Sol e da Lua em relação à Terra.

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°, no primeiro dia de verão, ao meio-dia local. Relacionando esse valor com um círculo, podemos dizer que 7° equivalem a $\frac{1}{50}$ de uma circunferência, ou seja, de 360°.
Como ele já sabia que em Assuã, naquele dia e hora, o Sol incidia perpendicularmente ao solo, essa cidade deveria estar 7° 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° correspondem a $\frac{1}{50}$ **. 360°** e esse valor é igual a **5000 estádios** (unidade da época) então:

$$\frac{1}{50} \cdot 360° = 5000 \qquad \textbf{ou} \qquad 360° = 50 \cdot 5000 \text{ estádios}$$

Ou seja, uma circunferência completa da Terra, 360°, 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.:

PTOLOMEU	COPÉRNICO	**KEPLER**	GALILEU	**NEWTON**
Séc. II	Séc. XV	**Séc. XVI**	Séc. XVI	**Séc. XVII**

Linha do Tempo

Epiciclos	Heliocentrismo	**Órbitas dos planetas**	As luas de Júpiter	**Gravitação**

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 Antiguidade, 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"

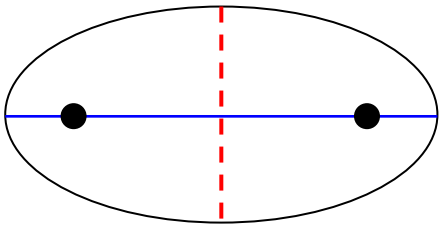
1) Cite as ciências mais antigas mencionadas no texto.
2) No caso da Astronomia, por que houve a necessidade de ela surgir como ciência?
3) Explique o que é o Idealismo Platônico.
4) Segundo Aristóteles, quais os mundos que existiam?
5) Por que, segundo Aristóteles, os astros deveriam necessariamente, 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

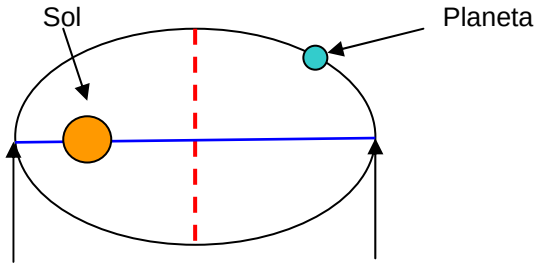
1) "As órbitas dos planetas em torno do Sol, são elípticas com o Sol localizado num dos focos."

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.



Periélio ***Afélio***

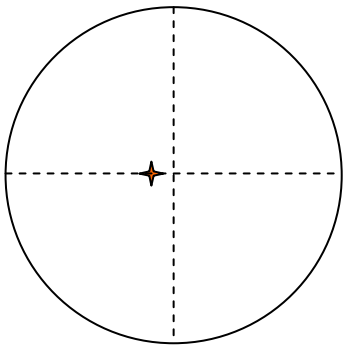
Na figura à esquerda, uma elipse representa a órbita de um planeta. Aqui o achatamento da elipse está exagerado para melhor observarmos os detalhes. Note que a distância do planeta ao Sol, varia ao longo do ano.

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

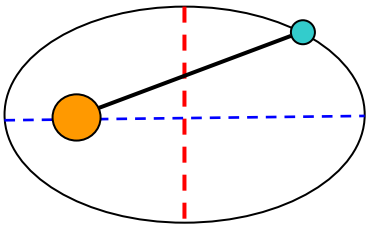
Para concluirmos a primeira lei, é importante salientar que as órbitas dos planetas não são elipses tão achatadas como as que desenhamos, na verdade, elas são "quase" círculos.

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.

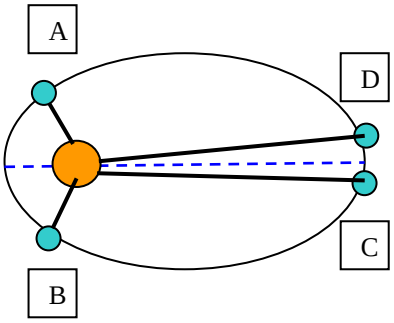


2) "A reta que une o centro do Sol ao centro do planeta, varre áreas iguais em tempos iguais".



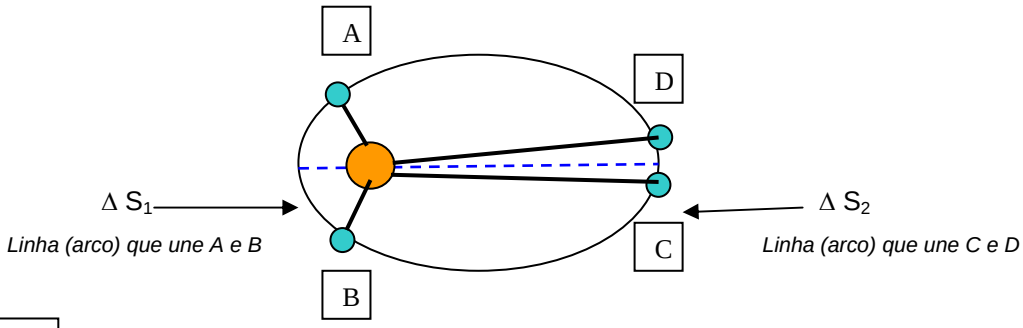
Vamos devagar para compreender o que esta lei significa. De acordo com o desenho ao lado, traçamos uma reta do centro do Sol ao centro do planeta.

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 ($\Delta S_1 > \Delta S_2$).



$\Delta S_1 > \Delta S_2$
$\Delta t_1 = \Delta t_2$

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 (ΔS_1) realizado no mesmo tempo que o deslocamento menor (ΔS_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).

Vejamos 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_{Terra} = 1 ano

T_{Urano} = ?

a_{Urano} = 19,18 a_{Terra}

Se o valor de k é o mesmo para qualquer planeta, $k_{Terra} = k_{Urano}$ (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:

$k_{Terra} = k_{Urano}$ (1)

$\frac{T^2_{Terra}}{a^3_{Terra}} = \frac{T^2_{Urano}}{a^3_{Urano}}$ → $\frac{1^2}{a^3_{Terra}} = \frac{T^2_{Urano}}{(19{,}18a_{Terra})^3}$ isolando o T_{Urano}, encontramos:

$T^2_{Urano} = \frac{1^2 \cdot (19{,}18a_{Terra})^3}{a^3_{Terra}}$ simplificando a^3_{Terra} ficamos com $T^2_{Urano} = 19{,}18^3$

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

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 $0{,}58.10^8$km. A distância média da Terra ao Sol é de $1{,}50.10^8$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 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 Ensaiador 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.

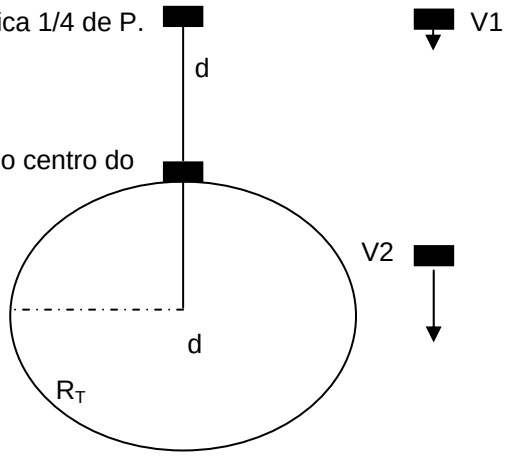
Para entendermos como essa relação funciona na gravitação, primeiro devemos perceber que é uma relação inversa, isto é, quanto maior a distância entre um objeto e o centro da Terra, por exemplo, menor será a força de atração entre eles. Quando falamos da força de atração entre um objeto e a Terra chamamos 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.

Corpo a uma altura d igual ao raio da Terra. Distância do corpo ao centro do planeta de $2R_T$. O peso fica 1/4 de P.

Corpo na superfície do planeta. Distância do centro do planeta igual a R_T. Peso do corpo vale P.

[R_T - raio da Terra]

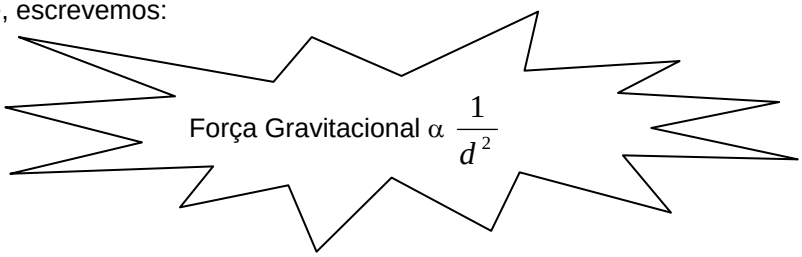


Planeta Terra

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:



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.

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

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 eqüidistantes 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 Evereste na sua superfície, faríamos 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 outro 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 = 9kg e m_Y = 4kg 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 $\frac{3}{4}.10^{23}$kg e a massa do nosso planeta é 6.10^{24}kg. A distância entre o centro da Terra e o centro da Lua é de $3{,}84.10^{8}$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 6500km ($6{,}5.10^{6}$m). Use G = $6{,}7.10^{-11}$N.m^2/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 desenhamos uma bolinha (com 1 ou 2 mm de diâmetro) numa das extremidades da tira para representar o Sol, a partir dessa bolinha desenhamos 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?

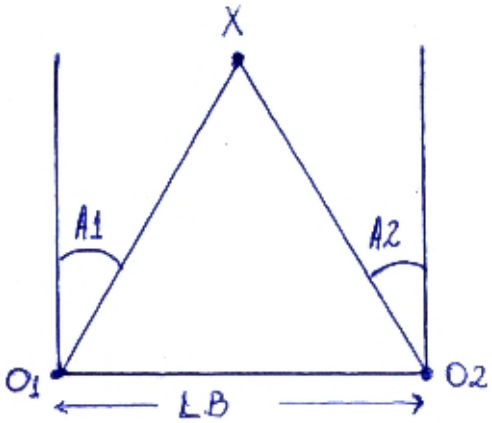
a) Entre a Terra e Mercúrio.
b) Entre Netuno e Plutão.
c) Entre Marte e Júpiter.
d) Entre Júpiter e Saturno.
e) NRA

Texto: O que é a Paralaxe?

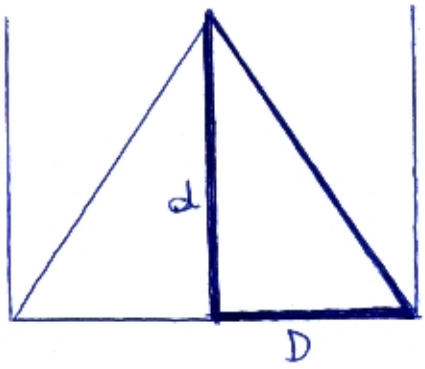
A palavra paralaxe vem do Grego e significa *alteração*. De forma simples, paralaxe é a alteração aparente na posição de um objeto contra um fundo devido ao movimento do observador. Como essa alteração depende da distância do observador, a paralaxe é usada para medir distâncias de objetos longínquos.

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.

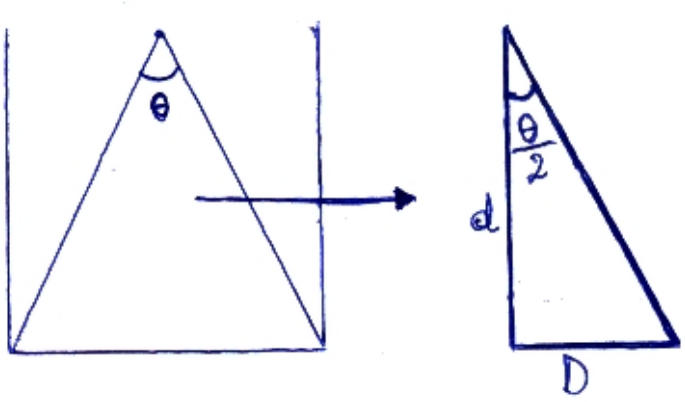
Querendo medir a distância de um objeto X (a Lua, por exemplo), observa-se o objeto a partir de uma posição O1 e mede-se a distância angular A1 entre esse objeto e um objeto de referência mais distante (em geral uma estrela muito mais distante). Depois observa-se o objeto a partir de uma posição O2 e 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 ***θ.***



Como?

Observe que **A1 + A2 = θ**, então, a metade de θ é $\frac{A1+A2}{2}$**.** Chamaremos essa metade do ângulo θ 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: $tgp = \frac{D}{d}$.

Para ângulos pequenos, de até 4°, 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.

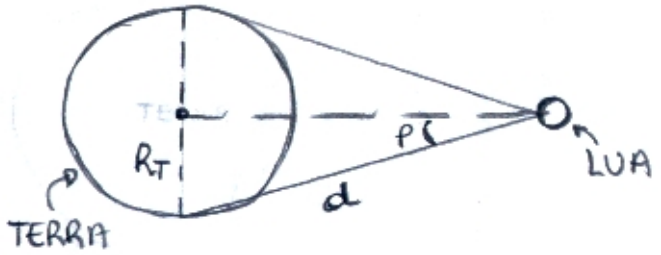


Figura da paralaxe geocêntrica

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.

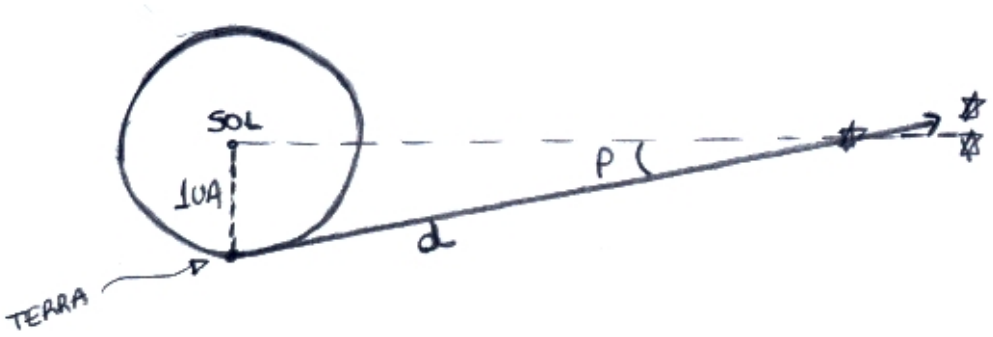


Figura da paralaxe heliocêntrica

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

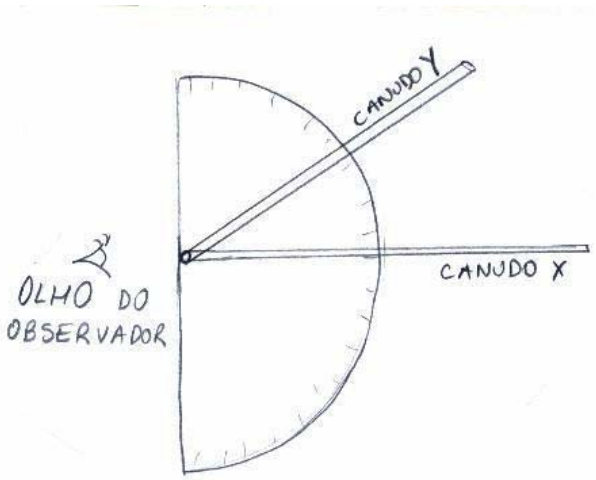
Esta experiência tem como objetivo demonstrar o método de determinação de distância de estrelas através da paralaxe.

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 dA e dB, respectivamente. O objetivo prático desta experiência é justamente determinar estas distâncias através da paralaxe. Por uma questão prática não permita que dB seja maior do que uns 30 m. Verifique o alinhamento entre as pessoas através do compasso.

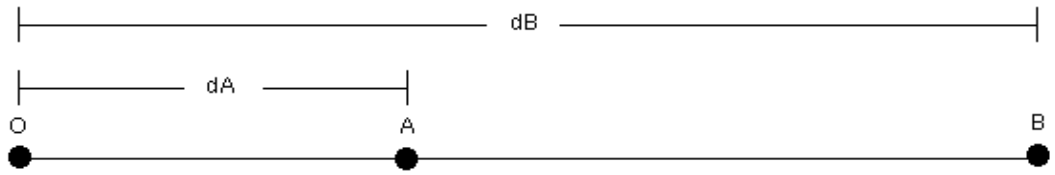


Figura 1

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.

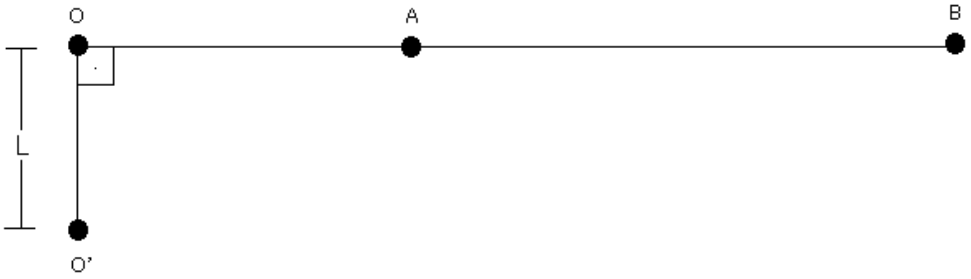
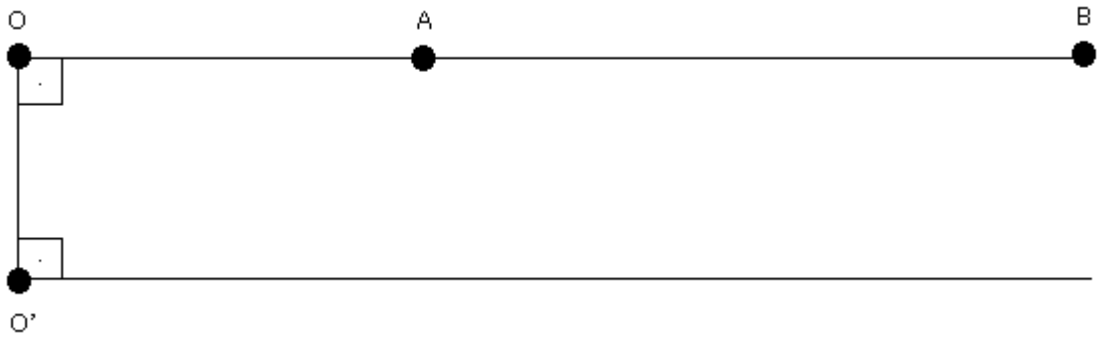


Figura 2

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.

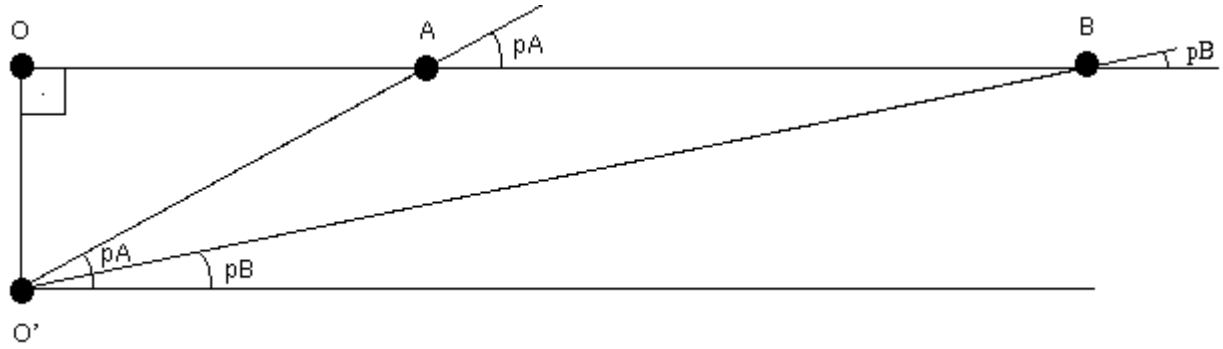


Figura 4

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

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

e consequentemente

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

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:

dA (trena)	---------– 100%
dA (paralaxe) – dA (trena)	---------- x

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 "cabinas", 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) $T_{Júpiter} \cong 11,8$ anos
2) $T_1 = 30$ dias e $T_3 = 1920$ dias
3) $T_{Marte} \cong 1,8$ anos
4) $T_{Mercúrio} \cong 87,8$ dias
5) $T_{Plutão} \cong 246,4$ 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) $k = 7,6. 10^{-12}\ h^2/km^3$
12) É praticamente um círculo e bem próximo da Terra
    A) 240 km
    B) 1,5 h

Aula 4 – Problemas

1) $6,67.10^{-11}N$ 2) $2,03.10^{20}N$ 3) a) 3R b) P/9 4) 18N

5) $v \cong 1021m/s$ 6) $v \cong 7746m/s$

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?

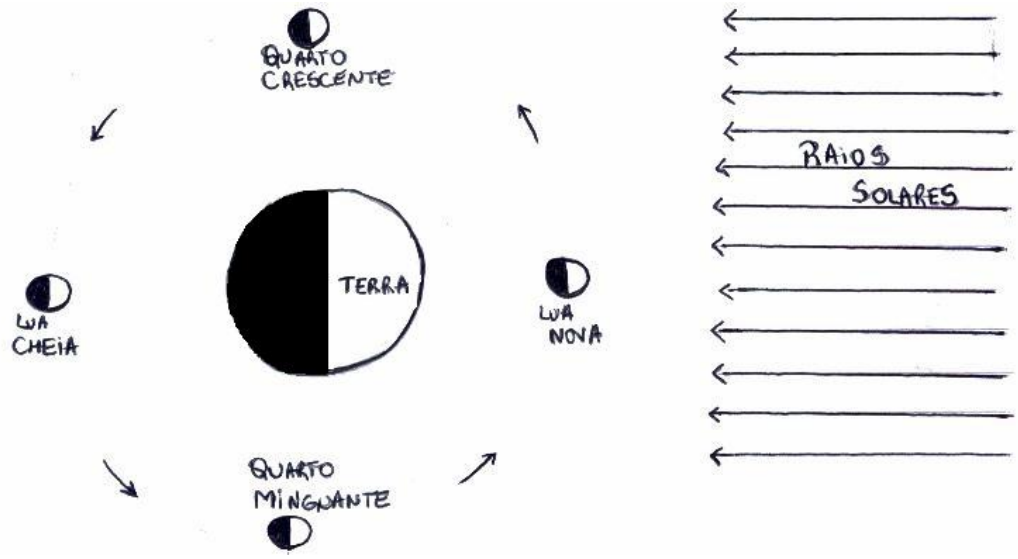
11) Aproveite a visita ao site e responda:

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

Texto: Fases da Lua

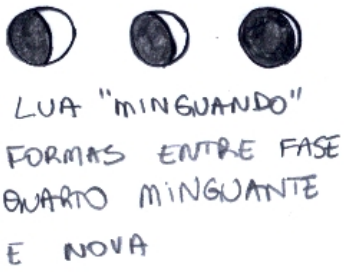
Com certeza você já se deu conta de que a Lua “muda de forma” e que nem sempre está no céu no mesmo horário. É só olhar um calendário e lá estão as datas de Lua Nova, Lua Crescente, Lua Cheia e Lua Minguante.

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:



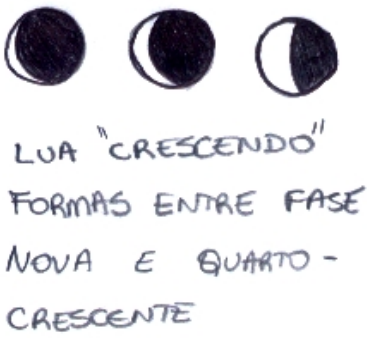
Todas as figuras representam a aparência da Lua em latitudes típicas do Hemisfério Sul. (a porção clara é a porção iluminada pelo Sol).

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



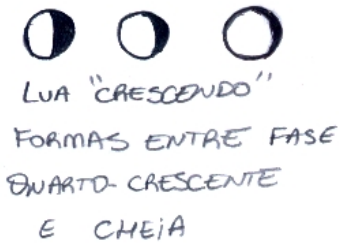
Quando a Lua está entre a Terra e o Sol a face iluminada está oposta a nós, e por isso não vemos Lua no céu. É a fase de Lua Nova. Nesse momento a Lua nasce próximo às 6h e se põe perto das 18h. É nessa fase que podem ocorrer os eclipses solares.

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.



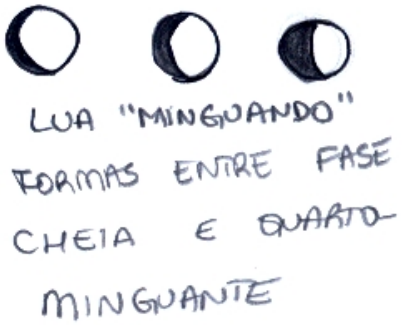
A palavra Quarto se deve ao fato de estarmos enxergando ¼ da superfície lunar iluminada. Por isso, nas fases de Quarto-Crescente e o Quarto-Minguante, exatamente a metade da face que está voltada para nós está iluminada, e a linha que separa a porção iluminada da porção escura é reta. Nesse momento da lunação, 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 ¼ 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:

a) vermos sempre a mesma face da Lua.
b) vermos, a cada fase, uma face diferente da Lua.
c) haver 4 fases da Lua.
d) haver menos gravidade na Lua do que na Terra.
e) 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°, estamos falando da Lua:

a) nova .
b) cheia.
c) quarto-minguante.
d) quarto-crescente.
e) 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?

a) Impossível saber.
b) Quarto-Crescente.
c) Quarto-Minguante.
d) Cheia.
e) 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:

a) aproximadamente 1 mês.
b) poucas horas.
c) alguns meses.
d) depende em qual hemisfério estamos.
e) 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.

(a) LUA

SOL

(b) LUA

SOL L

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.

"N*a 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

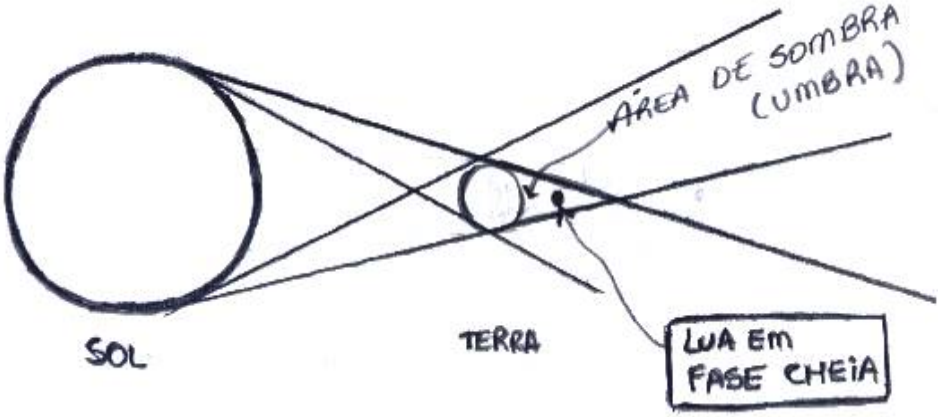
Atividade de Internet: Pesquisa sobre Eclipses

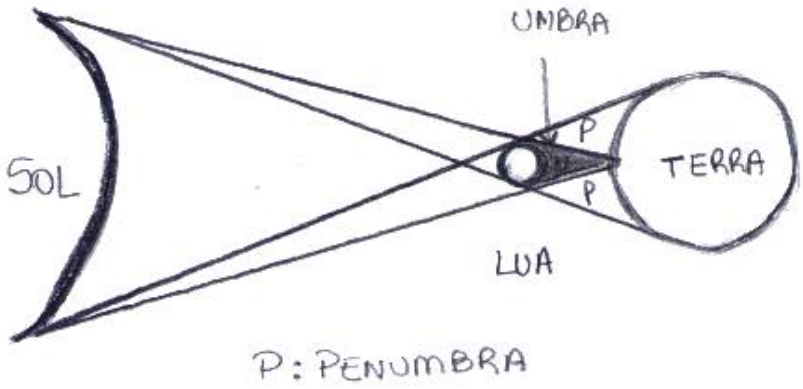
INSTRUÇÕES: faça a atividade com atenção, será o material que terá para estudar! Acesse o site: http://astro.if.ufrgs.br e entre no link para ECLIPSES onde encontrará as respostas para as questões abaixo, na seqüência.

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 freqüência 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 ° em relação ao plano da órbita da Terra.

d) Porque o plano da órbita da Lua está inclinado 52° 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-minguante.

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 1minuto.

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 tranqüilamente 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”.

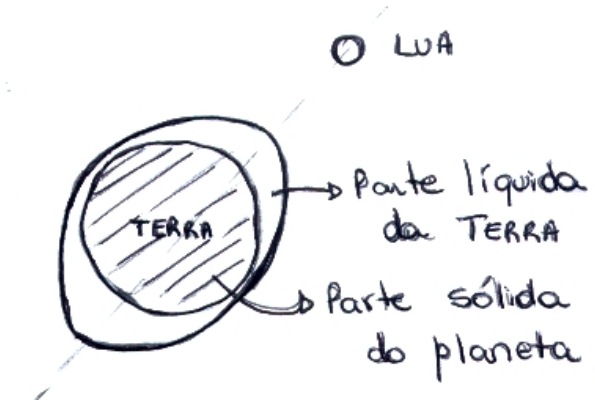
g) ( ) O “caminho do eclipse” é uma faixa sobre a Terra onde o eclipse total pode ser visto, e tem aproximadamente, 270km de largura.

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.

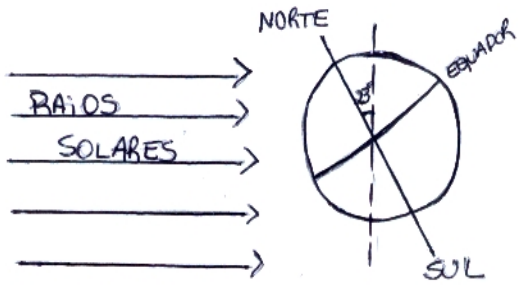
Aula 3

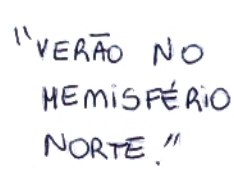
Texto: As Estações do Ano

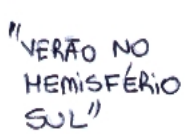
Muitas pessoas acreditam que a ocorrência do verão e do inverno se deve ao fato da Terra estar mais próxima ou mais afastada do Sol.

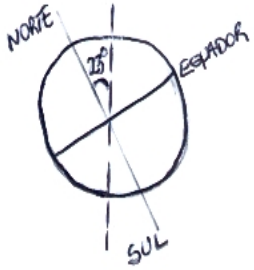
Cuidado!

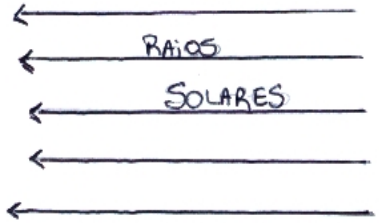
Lembre-se que quando inicia o verão no Hemisfério Sul, no Norte está começando o inverno, e vice-versa. Na verdade, a ocorrência das estações se deve à inclinação, de aproximadamente 23,5°, do eixo de rotação terrestre em relação à perpendicular ao plano de sua órbita em torno do Sol. Por isso, conforme 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.





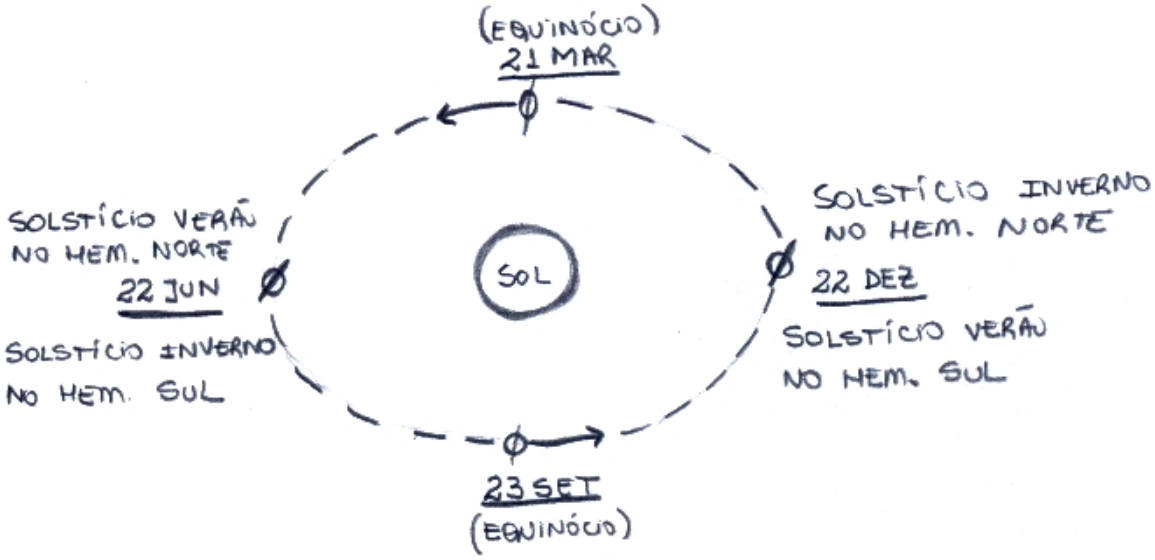






O início do verão é marcado pelo Solstício de Verão (dia mais longo do ano, é quando o Sol fica mais alto no céu) e o inverno pelo Solstício de Inverno (noite mais longa do ano, neste dia, a altura do Sol ao meio-dia é a menor do ano). Os solstícios ocorrem nas proximidades dos dias 22 de junho e 22 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° ao norte do zênite e em 22 de dezembro, 23,5° 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°, 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°norte e 23,5° 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				

2) Qual o motivo de haver quatro estações?
3) O que significa a data chamada de solstício? Quais as estações que ao iniciarem são marcadas por essa data?
4) Quando ocorrem os equinócios, qual a relação entre a duração dos dias e das noites? Essas datas marcam o início de quais estações?
5) 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?
6) 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, de leste para oeste. Por quê?

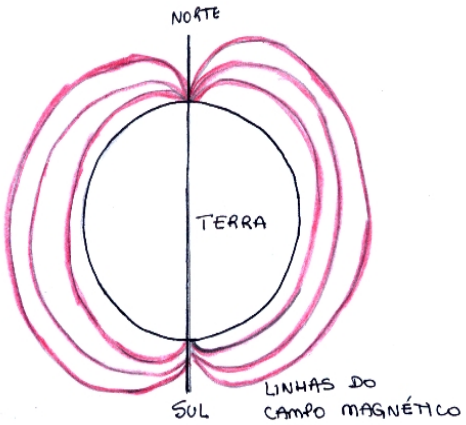
Isso ocorre devido ao movimento de rotação da Terra, a qual gira de oeste para leste. Desta forma, aparentemente, os astros se movem de leste para oeste no nosso céu.

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”.

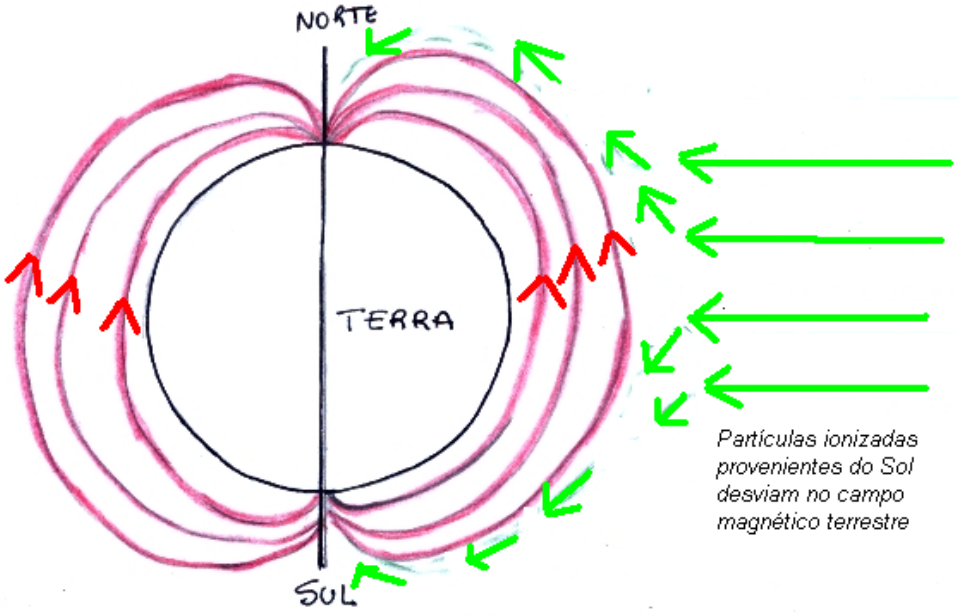
É importante salientar que existem astros (estrelas) chamadas de circumpolares, as quais, dependendo da latitude, nunca se põem. De dia ou de noite, elas estão sempre no céu, claro que durante o dia não as vemos porque o brilho do Sol não permite, mas elas estão lá. Cada latitude tem o seu grupo de estrelas 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**
NOVA	***Mesma direção – 0°***	***Próximo às 6h***	***Próximo às 18h***
Quarto-Crescente	Aproximadamente 90°	***Próximo às 12h***	***Próximo às 24h***
Cheia	***180°***	Aproximadamente 18h	***Próximo às 6h***
Quarto-Minguante	***90°***	***Próximo às 24h***	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 conseqüência 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***

2) O eixo da Terra tem uma inclinação de 23°, aproximadamente, em relação ao plano de órbita em torno do Sol.
3) 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.
4) 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.
5) É bem claro que no inverno o Sol fica mais “baixo” no céu do que no verão.
6) 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° ao norte do zênite e em 22 de dezembro, 23,5° 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°norte e 23,5° 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 inicio dessa estação ocorre o solstício de verão, e temos a noite mais longa do ano.

e) no inicio 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.

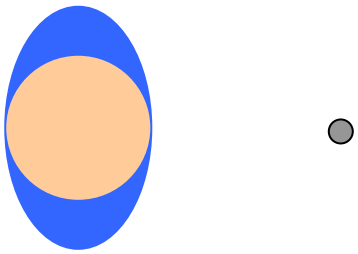
III) é invertido em relação aos pólos geográficos da Terra; próximo ao pólo norte geográfico há um pólo sul magnético e vice-versa.

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

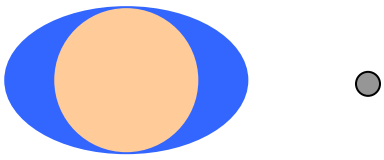
a) V – V – V
b) F – V – F
c) F – V – V
d) F – F – V
e) V – V – F

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?

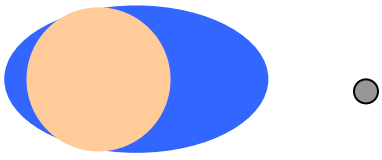
a)



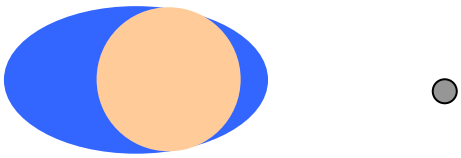
b)



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 da série Galáctica – Show Cósmico.

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) 27horas.
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 fotostera 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 Convectiva.

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 Convectiva.

Sobre a Zona Convectiva 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. Umas 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.

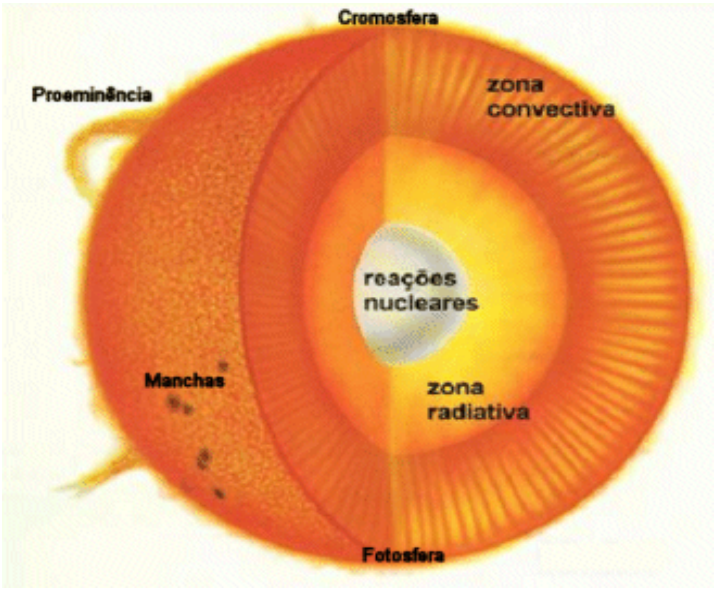


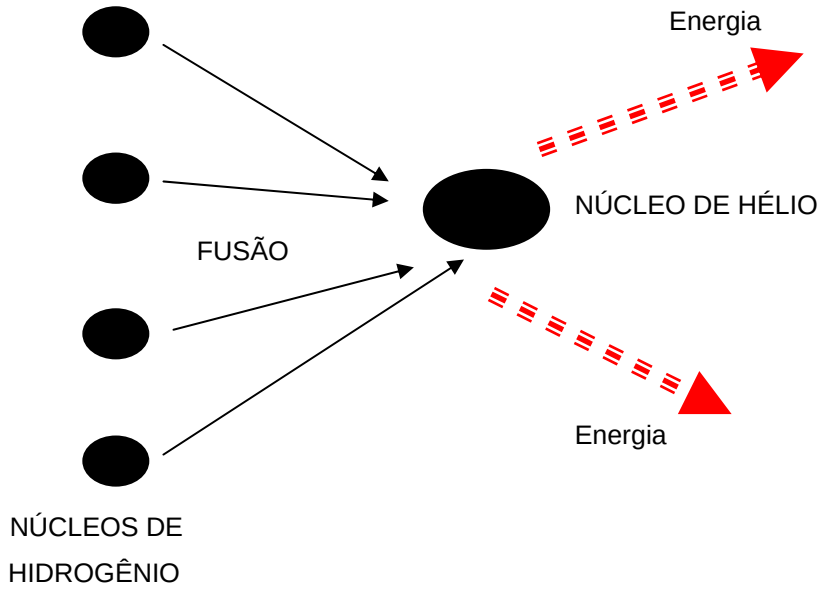
Figura que mostra as regiões do Sol. Retirada do site http://astro.if.ufrgs.br/

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, consequentemente, 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.

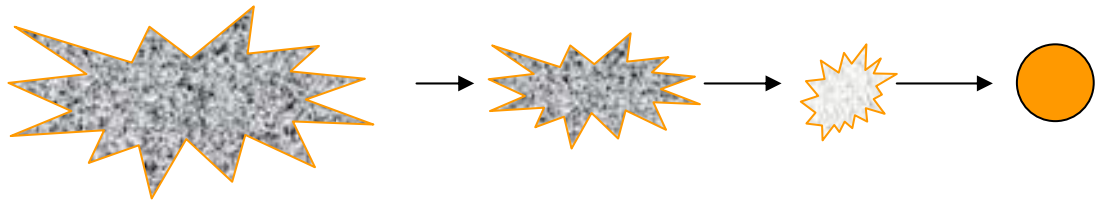
Aula 2

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.

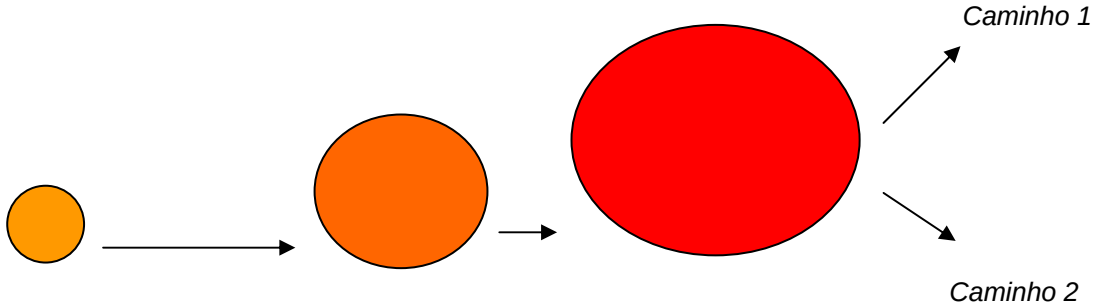
A seguir, veja um esquema representativo da evolução de estrelas de qualquer tipo.



Nuvem de gás *Proto-estrela*

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:



Seqüência Principal *Gigante Vermelha* *Super Gigante Vermelha*

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.

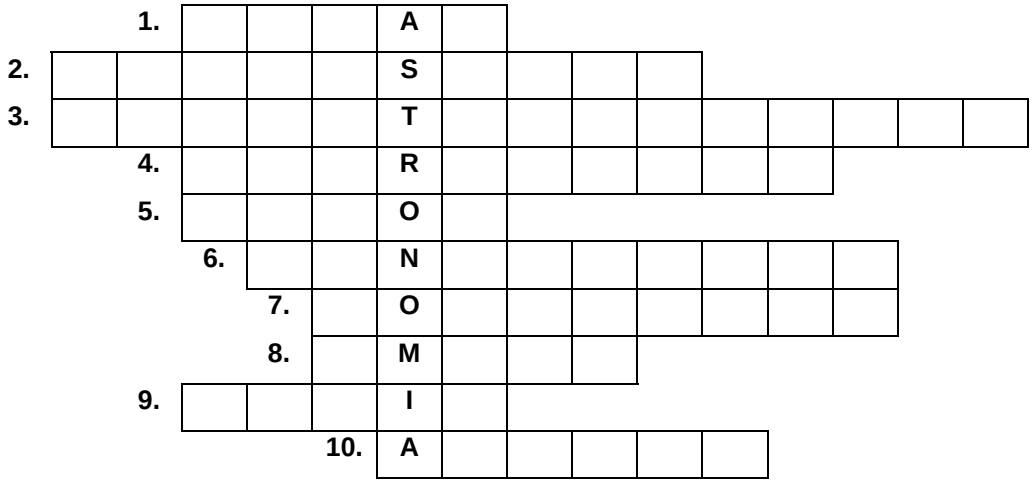
- Estrelas com massas menores que 0,8 massas do Sol ainda não evoluíram para a seqüência principal, devido à idade finita do Universo.

- 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.


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
A
S
T
R
O
N
O
M
I
A

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:

a)

c)

e) Nenhuma das alternativas

b)

d)

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) asteróide – 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

FONTES CONSULTADAS

CANALLE, J. B. G. **Oficina de Astronomia – On line.** Instituto de Física, UFRJ http://152.92.4.67/cursos/astronomia/index.html

CARRON, Wilson e GUIMARÃES, Osvaldo. **As Faces da Física**,São Paulo, Editora Moderna, 1999

CASAS, Renato lãs. **As Estações do Ano**, UFMG, 2002. Disponível em: http://www.observatorio.ufmg.br/pas44.htm. Acesso em agosto de 2005.

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.

FREIRE JÚNIOR, Olival e CARVALHO Neto, Rodolfo Alves de. **O Universo dos Quanta, Uma Breve História da Física Moderna**. São Paulo, Editora FTD, 1954.

FRIAÇA, Amâncio C. S. et al.(orgs.). **Astronomia – Uma visão geral do universo.** São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2000.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual** – *9ª edição*, 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: 15.07.2005.

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

OLIVEIRA FILHO, Kepler de S. e SARAIVA, Maria de F. O**. Astronomia e Astrofísica**, São Paulo, Editora Livraria da Física, 2004, 557p.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de S. e SARAIVA, Maria de F. O**. Astronomia e Astrofísica**, 2004. Disponível em http://astro.if.ufrgs.br/. Acesso em 12.03.2005

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.

ROCHA, José Fernando (org.) et al. (Ed). **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.

TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

n°. 1 Um Programa de Atividades sobre Tópicos de Física para a 8ª Série do 1º Grau
Axt., R., Steffani, M.H. e Guimarães, V. H., 1990.

n°. 2 Radioatividade
Brückmann, M.E. e Fries, S.G., 1991.

n°. 3 Mapas Conceituais no Ensino de Física
Moreira, M.A, 1992.

n°. 4 Um Laboratório de Física para Ensino Médio
Axt, R e Brückmann, M.E., 1993.

n°. 5 Física para Secundaristas – Fenômenos Mecânicos e Térmicos
Axt, R. e Alves, V.M., 1994.

n°. 6 Física para Secundaristas – Eletromagnetismo e Óptica
Axt, R e Alves, V.M., 1995.

n°. 7 Diagramas V no Ensino de Física
Moreira, M.A, 1996.

n°. 8 Supercondutividade – Uma proposta de inserção no Ensino Médio
Ostermann, F., Ferreira, L.M. e Cavalcanti, C.H., 1997.

n°. 9 Energia, entropia e irreversibilidade
Moreira, M.A. 1998.

n°. 10 Teorias construtivistas
Moreira, M.A, e Ostermann, F., 1999.

n°. 11 Teoria da relatividade especial
Ricci, T.F., 2000.

n°. 12 Partículas elementares e interações fundamentais
Ostermann, F., 2001.

n°. 13 Introdução à Mecânica Quântica. Notas de curso
Greca, I.M. e Herscovitz. V. E., 2002.

n°. 14 Uma introdução conceitual à Mecânica Quântica para professores do ensino médio
Ricci, T. F. e Ostermann, F., 2003.

n°. 15 O quarto estado da matéria
Ziebell, L. F. 2004.

v.16, n.1 Atividades experimentais de Física para crianças de 7 a 10 anos de idade
Schroeder, C., 2005.

v.16, n.2 O microcomputador como instrumento de medida no laboratório didático de Física
Silva, L. F. da e Veit, E. A., 2005.

v.16, n.3 Epistemologias do Século XX
Massoni, N. T., 2005.

v.16, n.4 Atividades de Ciências para a 8a série do Ensino Fundamental: Astronomia, luz e cores
Mees, A. A.; Andrade, C. T. J. de e Steffani, M. H., 2005.

v.16, n.5 Relatividade: a passagem do enfoque galileano para a visão de Einstein
Wolff, J, F de S e Mors, P. M., 2005.

v.16, n.6 Trabalhos trimestrais: pequenos projetos de pesquisa no ensino de Física
Mützenberg, L. A., 2005.

v.17, n.1 Circuitos elétricos: novas e velhas tecnologias como facilitadoras de uma aprendizagem significativa no nível médio
Moraes, M. B. dos S. A., Ribeiro-Teixeira, R. M., 2006.

v.17, n.2 A estratégia dos projetos didáticos no ensino de física na educação de jovens e adultos (EJA)
Espindola, K. e Moreira, M. A., 2006.

v.17, n.3 Introdução ao conceito de energia
Bucussi, A., 2006.

v.17, n.4 Roteiros para atividades experimentais de Física para crianças de seis anos de idade
Grala, R. M., 2006.

v.17, n.5 Inserção de Mecânica Quântica no Ensino Médio: uma proposta para professores
Webber, M. C. M. e Ricci, T. F., 2006.

v.17, n.6 Unidades didáticas para a formação de docentes das séries iniciais do ensino fundamental
Machado, M. A. e Ostermann, F., 2006.

v.18, n.1 A Física na audição humano
Rui, L. R. , 2007.

v.18, n.2 Concepções alternativas em óptica (em edição)
Almeida, V. O; Cruz, C. A. da e Soave, P. A., 2007

v.18, n.3 A inserção de tópicos de Astronomia no estudo da Mecânica em uma abordagem epistemológica
Kemper, E., 2007