



Universo, Terra e vida:

aprendizagem por investigação

Roberta Lima Moretti
Maria de Fátima Oliveira Saraiva
Eliane Angela Veit

Universo, Terra e vida: aprendizagem por investigação (Guia do Educando)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Professora Ruth de Souza Schneider
Instituto de Física/UFRGS

M845u Moretti, Roberta Lima

Universo, terra e vida : aprendizagem por investigação : guia do educando [recurso eletrônico] / Roberta Lima Moretti, Maria de Fátima Oliveira Saraiva, Eliane Angela Veit – Porto Alegre, UFRGS, Instituto de Física, 2013.

Livro eletrônico. Disponível na Internet.

<http://www.if.ufrgs.br/mpef/Textos_Apoio/Moretti_guia_educando.pdf>

Produto do trabalho de conclusão do Curso de Mestrado Profissional, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, da UFRGS.

1. Ensino de Física 2. Ensino médio 3. Astronomia
I. Saraiva, Maria de Fátima Oliveira II. Veit, Eliane III. Título

PACS: 01.40.E

Roberta Lima Moretti

Maria de Fátima Oliveira Saraiva

Eliane Angela Veit



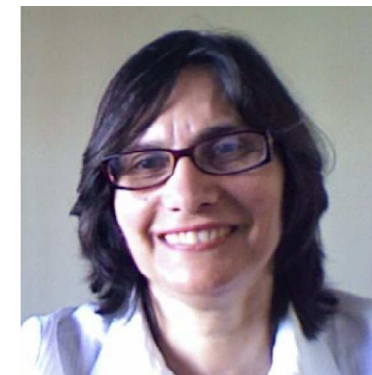
Roberta Lima Moretti,

licenciada em Física pela Universidade de Brasília, é professora de Física na Escola Estadual de Ensino Médio Nova Sociedade. Como parte do seu mestrado em Ensino de Física, junto ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Física da UFRGS, elaborou este material instrucional, que agora coloca à disposição da comunidade.



Maria de Fátima Oliveira Saraiva,

doutora em Ciências, na área de Astrofísica, pelo Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IF – UFRGS). É professora do Departamento de Astronomia do IF-UFRGS e membro do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física dessa instituição, onde orientou a dissertação de mestrado de Roberta L. Moretti.



Eliane Angela Veit,

licenciada em Física, com mestrado e doutorado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), é professora do Instituto de Física da UFRGS, e atua no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, onde co-orientou a dissertação de mestrado de Roberta L. Moretti.

Caro educando,

desde os tempos mais remotos, homens e mulheres buscam responder a perguntas fundamentais, tais como, "O que são aqueles pontinhos brilhantes no céu? ", " Por que ocorrem as fases da Lua? " e " Como surgiu o universo? E o ser humano? ". Ainda hoje, compartilhamos algumas dessas perguntas com nossos ancestrais.

Esperamos que as atividades contidas neste guia levem você a conhecer um pouco mais sobre o Universo e que muitas de suas indagações possam ser respondidas, mas lembre-se que nem todas as perguntas possuem uma resposta pronta. Os cientistas empenham grandes esforços para desvendar os mistérios do Universo e já avançaram muito em suas pesquisas, entretanto, nem tudo é completamente descrito pela Ciência.

A curiosidade é o ingrediente essencial para aprender sobre o Universo, a Terra e a vida. As respostas à algumas pergunta fundamentais aparecem no decorrer das atividades, mas não serão fornecidas sem esforço. Para consegui-las é preciso participar das leituras, discussões e experimentos!

Sumário

Atividade 1: Qual é a sua localização no Universo?	03
Atividade 2: O que é grande? O que é pequeno?	06
Atividade 3: O estudo do universo é considerado ciência?	08
Atividade 4: O Universo é estático ou dinâmico?	10
Atividade 5: Por que ocorrem as fases da Lua?	18
Atividade 6: Intervalos de tempo entre as fases da Lua e a variação do período de lunação	22
Atividade 7: Por que ocorrem os eclipses?	24
Atividade 8: Prevendo eclipses solares	28
Atividade 9: Constituição e origem do Sistema Solar	29
Atividade 10: Como podemos prever a localização dos planetas?	34
Atividade 11: Viagem interplanetária	38
Atividade 12: Quais fatores influenciam na intensidade da força gravitacional?	41
Atividade 13: Campo gravitacional x distância	44
Atividade 14: A importância do Sol e o seu ciclo de vida	48
Atividade 15: O que vai acontecer com o Sol?	52

Atividade 1: Qual é a sua localização no Universo?

A Terra é um planeta que possui condições muito especiais que possibilitam o desenvolvimento da vida humana. É chamada de planeta azul porque, vista do espaço, tem como cor predominante o azul. A Terra, os outros planetas (Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno), os planetas-anões (Ceres, Plutão, Haumea, Makemake e Eris), os asteroides e os cometas orbitam em torno do Sol. O Sol é a estrela mais próxima de todos esses corpos e está localizado a uma distância de **8 minutos-luz** da Terra. A esse conjunto formado pelos corpos celestes, que têm seus movimentos governados pelo campo gravitacional do Sol, denominamos **Sistema Solar**.

Quando o Sol se põe e a noite vem, é possível observar as estrelas. Se você estiver localizado em um lugar com pouca poluição luminosa, longe dos grandes centros urbanos, você poderá vislumbrar uma mancha luminosa esbranquiçada que varre o céu. Os antigos denominaram essa mancha de Via Láctea (caminho leitoso). Com o advento dos telescópios foi possível perceber que essa mancha é, na verdade, um conjunto de bilhões de estrelas. Hoje, sabemos que esse conjunto de estrelas é a evidência mais visível de que estamos localizados em uma galáxia, que foi batizada de **Via Láctea**. Alguns acreditavam que esse conjunto de estrelas, poeira e gás, se estendia infinitamente. Hoje sabemos

que a Via Láctea não está sozinha no Universo. No século XX, com a construção de telescópios maiores, ficou claro que muitos dos pontinhos que eram considerados estrelas, eram na verdade galáxias distantes. A nossa galáxia, apesar de não ser infinita, possui um diâmetro de **80 000 anos-luz**. Andrômeda, a galáxia espiral mais próxima da Via Láctea, encontra-se a uma distância de aproximadamente 2,2 milhões de anos-luz da Terra.

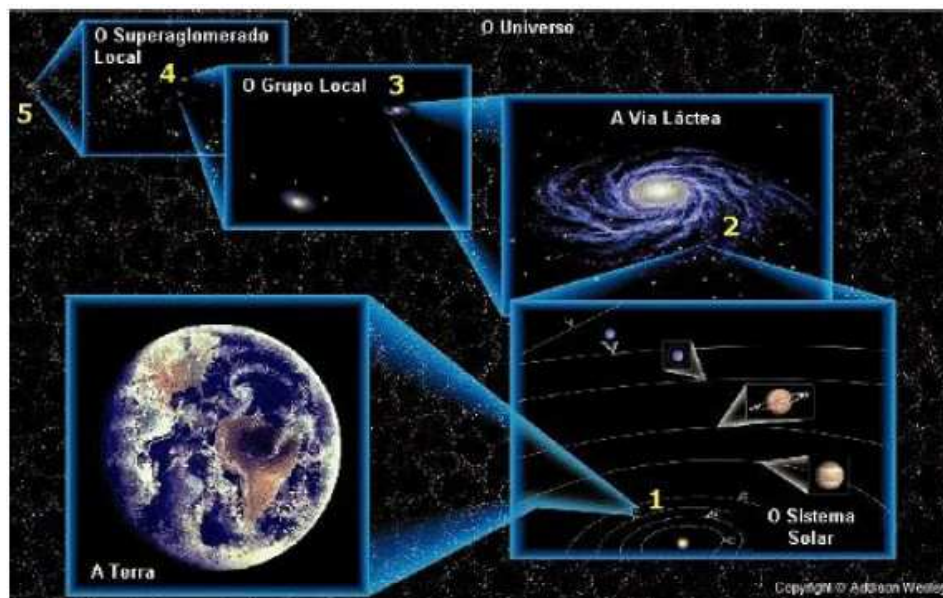


Figura 1: A nossa localização no Universo.

Fonte: clicknoalf.blogspot.com (Acesso em: 02/03/2010 link desativado atualmente)

A distribuição das galáxias no espaço não é uniforme. As galáxias interagem entre si podendo formar estruturas que contêm um conjunto pequeno de galáxias, até os chamados superaglomerados de galáxias, contendo milhares de membros. A Via Láctea pertence a um aglomerado de galáxias com aproximadamente 50 galáxias, o **Grupo Local**. As galáxias do grupo local sofrem grande influência da nossa galáxia e da galáxia de Andrômeda. Em torno de ambas, orbitam várias galáxias menores. O Grupo Local possui um diâmetro de aproximadamente 5 milhões de anos-luz e está localizado dentro de um superaglomerado de galáxias que contém cerca de 100 aglomerados de galáxias. Esse superaglomerado é chamado de **Superaglomerado**

Local ou de **Superaglomerado de Virgem** e possui um diâmetro de aproximadamente 110 milhões de anos-luz.

Bibliografia

Em casa, no Universo. (2009, Porto Alegre, RS)

http://en.wikipedia.org/wiki/Virgo_Supercluster (Acesso em: 17/02/2012)

Qual é a sua localização no Universo?

1.1) Qual é a sua localização no Universo?

1.2) Suponha que você está perdido no meio do espaço a trilhões de quilômetros da Terra. Por sorte, um alienígena amigável o encontra e oferece uma carona. De que forma você explicaria onde você mora? Existe algum inconveniente na sua explicação?

Como representar números muito grandes?

1.3) O texto utiliza unidades de distância diferentes das que estamos habituados a utilizar. Que unidades são essas?

1.4) Discuta com os colegas e defina com suas palavras o minuto-luz e o ano-luz.

1.5) A velocidade de propagação da luz no vácuo é de 300 000 km/s. Isso significa que a luz percorre 300 000 km a cada segundo. Sabendo disso, responda:

(a) Quantos quilômetros a luz percorre em um minuto?

(b) Quantos quilômetros a luz percorre em 1 ano?

1.6) Todos os povos, em algum momento da história, definiram unidades de medida. Na Inglaterra, por exemplo, mediam-se as distâncias em polegadas, pés, jardas, milhas e léguas. Ainda são unidades oficiais nos Estados Unidos as polegadas, pés e milhas. A unidade de medida de comprimento adotada hoje em dia pelo Sistema Internacional de Unidades (SI) foi estabelecida quando o governo francês, após a Revolução Francesa, se manifestou declaradamente contra os padrões antigos. Esse governo (1789) convocou um grupo de homens cultos para criar um sistema de unidades para todas as medidas. Denominaram esse sistema de unidades de Sistema Métrico e a sua unidade fundamental de metro (do grego *metron*, medir).

(a) Você conhece outras unidades de medida além das mencionadas no texto?

(b) Quanto vale 1 ano-luz na unidade de comprimento adotada pelo SI?

(c) Represente esse número de uma maneira mais compacta. (Dica: utilize as potências de 10)

1.7) Neste curso trabalharemos com medidas astronômicas de tempo e de espaço. Representar distâncias e tempo da maneira usual pode acarretar um trabalho desnecessário. Para encarar esse novo desafio, vamos utilizar a notação científica para representar os números muito grandes e os números muito pequenos. Vamos começar pelos números muito grandes.

A primeira coluna da tabela abaixo mostra algumas distâncias e comprimentos que foram mencionados no texto. Preencha as lacunas da tabela.

	...em anos-luz ou minutos-luz	... em metros	...em metros, usando potências de dez
Distância do Sol até a Terra...			
Comprimento da Via Láctea...			
Distância da galáxia de Andrômeda à Via Láctea...			
Diâmetro do Grupo Local de galáxias...			
Diâmetro do Superaglomerado Local de galáxias...			

1.8) Seria conveniente utilizar milímetros para medir a distância do Sol até a estrela mais próxima? Explique.

Atividade 2: O que é grande? O que é pequeno? Ordem de Grandeza e Notação Científica

Para descrever o Universo, utilizamos números tão enormes que não conseguimos concebê-los nem mesmo na nossa imaginação. Ao estudar a estrutura da matéria nos deparamos com números tão pequenos, também difíceis de imaginar. A maior distância observável do universo mede cerca de 740 000 000 000 000 000 000 000 m, e a massa de um próton é aproximadamente 0,00 000 000 000 000 000 000 000 000 167 kg. Para escrever números muito grandes ou muito pequenos, utilizaremos a **notação científica**. A notação científica é uma forma de escrever números que acomoda valores que são demasiadamente grandes (1000000000000) ou pequenos (0,000000000001) para serem convenientemente escritos em forma convencional. O uso desta notação está baseado nas potências de 10 (os casos exemplificados acima, em notação científica, ficariam: 1×10^{11} e 1×10^{-11} , respectivamente). Um número escrito em notação científica segue o seguinte modelo:

$$m \times 10^e$$

O número **m** é denominado **mantissa** que deve ser **maior ou igual a 1 e menor que 10**. O número **e** é o **expoente**, que é positivo quando representamos números grandes e negativo quando representamos números pequenos. A distância do Sol até Netuno escrita em notação científica é de cerca de $4,5 \cdot 10^{12}$ metros. Saber que essa distância possui algumas centenas de metros a mais ou algumas centenas de metros a menos não nos ajuda a compreender o quanto Netuno está distante do Sol. Para obter uma visão geral do quão grande ou o quão pequena é uma distância (ou tamanho) utilizamos a **ordem de grandeza**. Podemos dizer que a distância do Sol até Netuno possui ordem de grandeza de 10^{13} metros.

Para determinar com facilidade a ordem de grandeza, **deve-se primeiramente escrever o número em notação científica e, em seguida, observar se o número que acompanha a potência de dez é maior ou menor que $\sqrt{10}$, onde $\sqrt{10}=3,16$** . Se o número for menor ou igual a 3,16, a ordem de grandeza será a própria potência de dez

que acompanha o número. Se o número for maior do que 3,16, a ordem de grandeza será a potência de dez que acompanha o número multiplicada por dez. No caso da distância de Netuno até Plutão, temos que $4,5 > \sqrt{10}$, portanto a ordem de grandeza dessa distância será $10^{12} \cdot 10 = 10^{13}$.

Podemos também estar interessado na ordem de grandeza de medidas muito pequenas, por exemplo, a distância média de moléculas de ar dentro de uma sala que corresponde a aproximadamente $6 \cdot 10^{-8}$ m. Como $6 > \sqrt{10}$, a ordem de grandeza dessa distância será $10^{-8} \cdot 10 = 10^{-7}$ m.

2.1) Assista à apresentação de *slides* e preencha os itens *ordem de grandeza* e *tamanho do objeto* para cada uma das fotos indicadas.

Foto do Objeto	Ordem de Grandeza	Tamanho do Objeto (medida decimal em metros)
Via Láctea (nossa galáxia)		
Sistema Solar (nosso sistema)		
Órbita da Lua (que circunda a Terra)		
Terra (planeta dos terráqueos)		
Folha de Carvalho		
Núcleo Celular (da folha de Carvalho)		
Núcleo Atômico (do átomo de Carbono)		

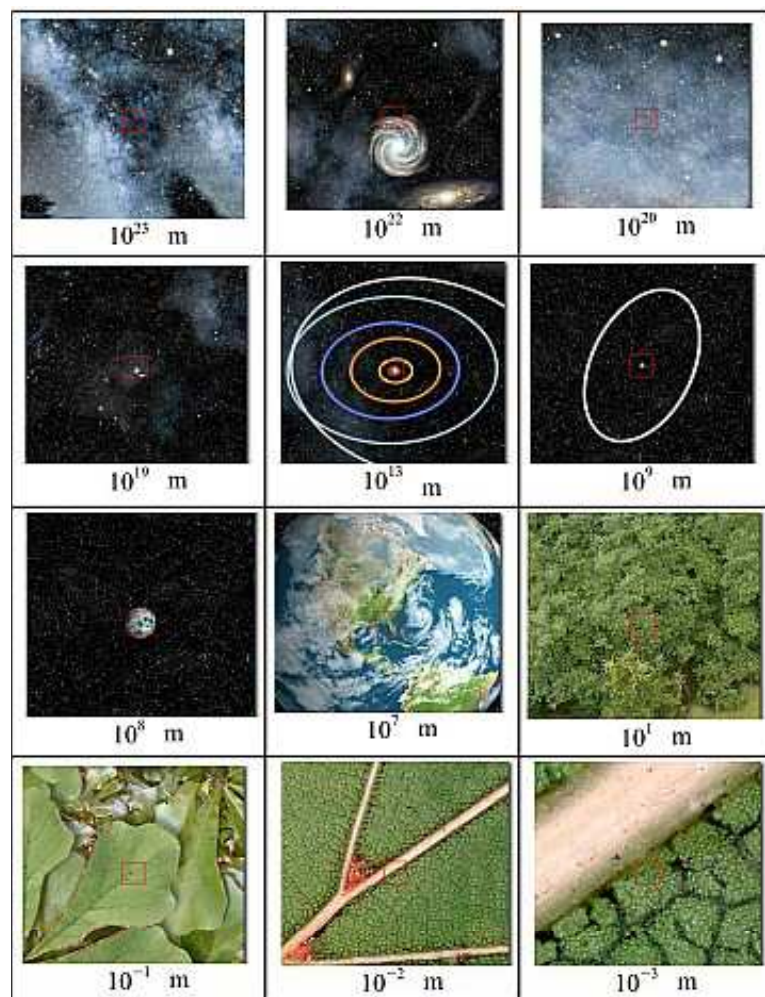


Figura 2: Estas figuras mostram uma visão do Universo em diferentes ordens de grandeza.

Fonte: <http://www.micro.magnet.fsu.edu/> (acessado em 17/02/2012)

2.2) Tomando como exemplo os registros efetuados na questão 2.1, preencha as colunas medida decimal, notação científica e ordem de grandeza para cada uma das medidas apresentadas.

Tamanho ou extensão	Medida Decimal (m)	Notação Científica	Ordem de Grandeza
Distância à estrela mais próxima			
Distância da Terra ao Sol			
Distância de Porto Alegre à Nova Santa Rita			
Espessura média da folha de papel A4 75g/m ³			
Raio da órbita do elétron no átomo de Hidrogênio			

Bibliografia

Atividade adaptada de 5S86. Steffens, César Augusto
 Caderno de atividades para instrução de medição num laboratório didático de Ensino Médio. César Augusto Steffens - Porto Alegre: UFRGS, 2008.
 Disponível em:
http://www.if.ufrgs.br/mpef/textos/CADERNO_DE_ATIVIDADES_Cesar_Steffens.pdf (Acesso em: 17/012/2012)

Atividade 3: O estudo do Universo é considerado ciência?

Para entender como a **Cosmologia** pôde se organizar devemos começar pelo entendimento do que é o objeto dessa ciência, isto é, do que trata realmente a Cosmologia? A primeira resposta nos diz que a Cosmologia trata do Universo, ou seja, é a "**ciência cujo objetivo é descrever e tornar compreensível, de acordo com as leis da Física, as propriedades físicas do Universo como um todo**". (Maurice Merleau-Ponty, "Discurso editorial").

Mas o que é isso que chamamos de **Universo**? Poderíamos ser levados a aceitar a definição de que o Universo é a totalidade do espaço, do tempo, da matéria e da energia. De imediato, essa definição colocaria a Cosmologia como a **ciência mais fundamental** e ao mesmo tempo pode levar a Cosmologia a ser identificada como **não constituindo parte da ciência**.

A aceitação dessa definição simples produziu dificuldades, ao longo na primeira metade do século XX, que impossibilitaram à Cosmologia, durante muito tempo, ser aceita como ciência. Essa dificuldade está ligada a aparente impossibilidade de observarmos seu objeto de estudo: a totalidade.

Com efeito, toda observação na **Física**, como em qualquer outra ciência, é limitada no espaço e no tempo. Como propor um experimento que contemplasse a grandiosidade do Universo? Como não se poderia observar o Universo em sua totalidade, não poderíamos produzir uma ciência a partir desse objeto vago e inobservável.

O conceito de totalidade parece vago e mais grave ainda, ele favorece uma

perigosa e indesejável aproximação com outros **saberes** e **não saberes**, que os físicos não gostariam de ter.

Só para citar um exemplo escandaloso: essa definição de Cosmologia permitiria a formulação de questões envolvendo a **criação do mundo**.

Responder a essas questões é uma tarefa que a ciência moderna sempre considerou como fora do alcance da Ciência e que estaria apenas no imaginário do cientista, impossível de se associar à prática científica.

Essa era a situação nas primeiras décadas do século XX. Entretanto por volta de 1930 e, mais tarde, 1964, duas experiências importantes mudaram radicalmente o ponto de vista da comunidade científica. No final da década de 1920, o astrônomo norte-americano Hubble, realizou observações de fontes de fora de nossa galáxia. Essas observações acabaram por demonstrar que o Universo como um todo experimentava um processo de expansão. Em 1964, os astrônomos Arno Penzias e Robert Wilson detectaram a radiação cósmica de fundo, considerada prova de que o Universo teria sido menor e mais quente no passado.

O que há de comum nessas observações é que não se referem a propriedades locais, não falam desta ou daquela galáxia, não tratam de processos delimitados pelo espaço e pelo tempo, mas se referem ao **Universo como um todo**. Assim, essas observações devem ser entendidas como a

garantia de que a totalidade do que existe pode ser observável.

Essas observações deveriam, portanto, levar a Cosmologia a ser aceita pela comunidade científica. Entretanto, surge um discurso conflituoso. Para ser considerada ciência, a Cosmologia deveria abdicar de suas pretensões



Figura 3: Arno Penzias e Robert Wilson observaram a radiação cósmica que preenche todo o Universo.

Fonte: http://nhdpenzias.comyr.com/index.php?p=1_2 (acessado em 17/02/2012)

primeiras: produzir um cenário completo do Universo como um todo. Tal objetivo tão amplo era visto por muitos cientistas como metafísico e foi inaceitável por físicos e astrônomos.

Depois que as observações cósmicas mostraram as propriedades escondidas do Universo profundo, apareceu uma reação no interior da Física que tomou conta da maioria da comunidade científica. Tal reação consistia em restringir a atuação da Cosmologia.

Para ser considerada como ciência a Cosmologia deveria se limitar a tratar de quantidades convencionais, já conhecidas pela Física. Enquanto a Física teria como objetivo estudar fenômenos que acontecem na Terra e em nossa vizinhança, a Cosmologia estaria reservada a tarefa de constituir-se em uma Física de grandes dimensões no espaço e no tempo, uma Física de galáxias, que seria denominada Astrofísica Extragaláctica, nada mais do que isso. Essa foi a forma encontrada para fazer da Cosmologia uma ciência: limitar a sua área de atuação, retirando-lhe qualquer possibilidade de penetrar regiões tradicionalmente consideradas como pertencentes a outros saberes, outras práticas humanas, tal como, o exame da questão da criação do Universo, que deveria pertencer à metafísica racional ou à teologia racional. No entanto, o cosmólogo Mário Novello defende que: a Cosmologia deve ser pensada como algo mais do que sua caracterização como Física de grandes dimensões. **A Cosmologia certamente é também a Física Extragaláctica, mas não se esgota nela. Suas consequências são mais amplas e profundas e tocam as raízes do próprio discurso racional sobre o mundo, penetrando aí um território comum disputado por vários saberes.**

Bibliografia

Texto adaptado de: Novello, Mário, 1924

O que é cosmologia?: A revolução do pensamento cosmológico/Mário Novello. - Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006 (páginas 26 à 29).

A Cosmologia é considerada ciência?

3.1) O que impedia a Cosmologia de ser considerada ciência pela comunidade científica?

3.2) Por que as observações de Hubble modificaram radicalmente a forma como a Cosmologia era tratada pela comunidade científica?

3.3) O autor afirma que a ciência evita penetrar em um território "disputado por diversos saberes". Que território é esse? Você conhece outras questões que a ciência evita responder? Quais?

Atividade 4: O Universo é estático ou dinâmico?

Até o presente momento, você teve a oportunidade de conhecer qual a sua localização no Universo e de perceber quão enormes são as dimensões de objetos astronômicos e as distâncias entre eles.

Agora, vamos aprofundar nosso estudo do Universo, vamos começar a conhecer como ele é no presente e como ele foi em um passado remoto.

Universo Estático x Universo Dinâmico

Em uma noite estrelada podemos olhar para o céu e apreciar a sua imensidão. Todos aqueles pontinhos brilhantes, as estrelas, parecem estar incrustados em uma imensa esfera. Em uma noite límpida, você pode olhar para o céu e localizar algumas **constelações**. A constelação do Escorpião (Figura 4), por exemplo, forma um desenho que lembra o rabo de um escorpião. Embora a posição dessa constelação varie com o decorrer do ano, as distâncias entre as estrelas se mantêm fixas.

As grandes distâncias entre nós e as estrelas pertencentes a uma constelação, fazem com que as estrelas das constelações pareçam manter exatamente as mesmas posições relativas. Temos a impressão de que o céu e, conseqüentemente, o Universo, é **imutável**.

Esta impressão não é só nossa. Desde os tempos mais antigos, os pensadores que buscaram descrever o Universo acreditavam que esse possuía uma característica principal: era **estático**. É claro que ocorriam fenômenos no Universo que modificavam as coisas, como o nascimento e morte dos seres vivos, o ciclo da água, o movimento dos astros (Sol, Lua, estrelas e planetas) e até mesmo a explosão de uma estrela, mas todos esses eventos eram vistos como **fenômenos locais**.



Figura 4: Constelação de Escorpião

Fonte:

<http://betow.files.wordpress.com/2007/06/escorpiao.jpg> (acessado em 17/02/2012)

Newton e outros pensadores acreditavam que se estudássemos o Universo, não sob o ponto de vista local, mas sob o ponto de vista mais amplo possível, ele seria sempre o mesmo. Einstein foi um dos primeiros a desenvolver uma teoria científica que buscava explicar **o Universo. Ao aplicar a sua Teoria da Relatividade Geral ao Universo como um todo, Einstein viu que suas equações não eram compatíveis com um Universo estático, pois a matéria existente nele faria os corpos se atraírem, e o Universo mudaria com o tempo.** Desiludido com esse resultado e convencido de que o Universo era imutável, Einstein alterou sua teoria. Ele introduziu uma constante, denominada constante cosmológica, nas equações relativísticas para que estas conduzissem a um Universo estático (eterno e imutável).

Bibliografia

http://pt.wikipedia.org/wiki/Constante_cosmol%C3%B3gica (Acesso em: 08/02/2012)

Idéias Previas

4.1) Na sua opinião, o Universo é estático ou dinâmico?

Explique.

O Universo é estático?

Para responder essa pergunta vamos fazer algumas leituras e discutir alguns conceitos novos.

4.2) A turma deve se dividir em grupos de no máximo quatro pessoas e no mínimo três.

4.3) Cada grupo receberá um texto com informações a respeito do Universo.

Após ler o texto cada grupo deverá responder a uma pergunta especificada ao final do texto.

4.4) Cada grupo deve apresentar, para a turma, um resumo de sua leitura e responder à questão correspondente ao seu texto no quadro-negro.

4.5) Durante a leitura do texto e, posteriormente, após a apresentação dos colegas, alguns conceitos novos serão introduzidos. Registre os conceitos novos e os seus respectivos significados na Tabela 1.

Tabela 1: Conceitos abordados no debate sobre os textos

Conceito	Significado
Nebulosa	
Galáxia	
Velocidade	
Espectro Eletromagnético	
Espectrógrafo	
<i>Big Bang</i>	

4.6) Depois de ter lido o texto de seu grupo e ter discutido com os colegas, responda às perguntas abaixo em uma folha separada.

(a) O que são galáxias?

(b) O que é o desvio da luz para o vermelho?

(c) Enuncie a Lei de Hubble.

(d) Qual é a relação entre a Lei de Hubble e o *Big Bang*?

(e) O Universo é estático ou dinâmico? Procure justificar cientificamente seu ponto de vista.

4.7) O recorte abaixo explica o porquê de alguns detalhes da logomarca Apa-Sul;

O que significa a logomarca do Jornal da APA-SUL Renato Quintino dos Santos

Em Junho de 1999, edição nº 84, publicamos pela 1ª vez a logomarca deste Jornal que foi desenvolvida pelo designer Júlio Cesar, a partir dos princípios que deveriam compor nossa identidade visual, ao refletir nossa visão de mundo. Na edição de nº 86, página 9, descrevi os significados da logomarca, quais sejam.

- ✓ O fundo elíptico significa que o universo atual está em expansão (não é estático) a partir do big-bang - a grande explosão - ocorrida a 15 bilhões de anos.
- ✓ Já as setas abertas e coloridas significam: a superior percepção milenar de que o Planeta Terra era verde, percepção esta que só foi modificada por Yuri Gagarin, o 1º homem a entrar em órbita em 1958, quando disse perplexo e estupefato: Nossa! A Terra é azul (coloração da seta inferior e o fundo também azul da Elipse).
- ✓ A descontinuidade das setas significa que a produção do saber ocorre por rupturas, como afirma Thomas Kuhn em seu livro "A Estrutura das Revoluções Científicas" e não somente por adições ao conhecimento anterior. (Exemplos emblemáticos das rupturas: A heurética de Arquimedes, o silêncio imposto pela Igreja a Galileu Galilei, a Teoria da Incerteza da Mecânica Quântica, de Werner Heisenberg).
- ✓ Trocando em miúdos: nossa logomarca pretende refletir emblema ético e paradigmático da nossa forma de ver, pensar e agir no mundo: nossas convicções e práticas que nos colocam todos em um mesmo "barco cósmico comum" fruto que somos da grande explosão (*big-bang*) ocorrida há bilhões de anos. Coloca-nos irmãos, como diz Leonordo Boff, da lesma à galáxia mais distante.

lândia mais distante. Certamente, estes paradigmas nos impõem uma nova ética sintetizada na expressão e na verdade de nossa "irres-trita responsabilidade e amor por tudo que existe e vive". Exemplo: é possível nesta ética pescar ou caçar por esporte? Matar outros seres vivos à toa, de graça? Não. Não é possível.



Referência: http://desenhantes.files.wordpress.com/2010/01/jornal_apasul.jpg
(não está disponível)

Você acha que a descrição do logotipo faz sentido?

sim

não

Escreva um parágrafo em seu caderno explicando a sua posição.

Texto 4.1: Edwin Hubble e a descoberta das Galáxias

Até cerca de 1600, os astrônomos faziam os seus estudos utilizando um "instrumento" óptico excepcional, mas que se demonstrou limitado para as ambições do conhecimento: o olho humano. Em 1608 aconteceu algo de extraordinário, veio a público a invenção de um estudioso holandês que se dedicava à ciência da óptica. Seu nome é Hans Lippershey (1570-1619) e ele inventou a luneta, um pequeno telescópio refrator. O nome refrator origina-se do fato de que a luneta utiliza lentes, nesse caso, duas, uma côncava e uma convexa. O grande sábio italiano Galileu Galilei (1569-1642) tomou conhecimento desse invento em 1609 e imediatamente construiu o seu próprio instrumento. Apontou-o para o céu. Nascia a luneta astronômica! O primeiro avanço significativo para a melhoria do acesso do homem às maravilhas do cosmos.

A luneta astronômica de Galileu foi a precursora dos grandes telescópios atuais. Os telescópios que os astrônomos profissionais utilizam em suas pesquisas possuem, em sua grande maioria, espelhos ao invés de lentes, como partes principais do sistema óptico utilizado para coletar a luz dos astros distantes. Eles são chamados, nesse caso, de telescópios refletivos.

O telescópio usado na descoberta das galáxias, foi um refletor, com espelho de 2,5 metros de diâmetro, localizado no Monte Wilson, no estado norte-americano da Califórnia. Foi com ele que Edwin Powell Hubble fez a sua grande descoberta!

O astrônomo inglês Thomas Wright (1711-1786) sugeriu no século XVIII que as "manchas" luminosas, ou nebulosas, vistas no céu, entre as estrelas da Via Láctea, poderiam ser sistemas semelhantes ao sistema da Via Láctea, mas que pareceriam pequenos no céu por estarem a enormes distâncias de nós. O filósofo alemão Immanuel Kant (1724-1804) adotou esta ideia com entusiasmo e de certa forma foi o maior responsável pela sua divulgação

nos meios eruditos. A sua proposição do problema ficou conhecida como a "hipótese dos universos-ilha". A ideia era boa e parecia correta, mas era necessário que a hipótese fosse comprovada, para que fosse aceita de forma definitiva. Foi isto que Edwin Hubble fez.



Figura 5: Imagem da galáxia de Andrômeda obtida pelo telescópio Hubble.

Fonte:

http://apod.nasa.gov/apod/image/0905/m31_gendler.jpg (acessado em 17/02/2012)

Em 1923, utilizando o telescópio de 2,5 metros de Monte Wilson, ele identificou estrelas individuais numa das nebulosas de Wright e Kant, uma das maiores delas, a chamada "Grande Nebulosa de Andrômeda". Ela tem este nome por ser vista na região do céu onde se localiza a constelação de Andrômeda. Através de um estudo detalhado das propriedades luminosas dessas estrelas, Hubble conseguiu medir a distância até elas e, por conseguinte, até a "Grande Nebulosa". O resultado foi extraordinário: a distância até a nebulosa era muito maior que o tamanho da própria Via Láctea!

A conclusão foi inevitável. Aquela "mancha" luminosa no céu - uma entre muitas - era na verdade um sistema formado por bilhões de estrelas tão grandioso quanto aquele em que o Sol e a nossa Terra estavam situados. Esses sistemas formados por grande quantidade de estrelas, que se mantêm unidas pela força gravitacional,

passaram a ser chamados de "galáxias". A partir daí, outras nebulosas foram estudadas por Hubble, e o resultado foi repetidamente confirmado. As galáxias haviam sido descobertas!

Bibliografia

Texto adaptado de Prof. Domingos Sávio de Lima Soares (28/08/2007)

Fonte: <http://www.observatorio.ufmg.br/Pas77.htm>

Resposta: O que são as galáxias?

Texto 4.2: Espectro das Galáxias

Hubble estudou o espectro de luz emitido pelas galáxias. Essa radiação é emitida tanto pelas estrelas que compõem as galáxias, quanto pelos gases aquecidos espalhados entre as estrelas que compõem o meio interestelar.

A luz que recebemos, dado que é uma onda eletromagnética, pode ser decomposta em seus diversos comprimentos de onda, por instrumentos instalados nos telescópios denominados espectrógrafos. O seu princípio de funcionamento é o mesmo de um prisma capaz de decompor a luz solar, separando-a segundo os diversos comprimentos de onda dessa radiação.

Tanto no caso do Sol, como de outras estrelas semelhantes, podemos perceber em seu espectro a presença de linhas escuras denominadas linhas de absorção, e que indicam a presença de elementos químicos presentes em sua fotosfera. Estas linhas funcionam como uma impressão digital revelando a presença daqueles elementos.

Analogamente, os gases quentes do meio interestelar também emitem uma radiação, que pode ser decomposta espectralmente, e que possui linhas de emissão. Essas linhas são emitidas por gases muito quentes, com temperatura da ordem de milhares de graus, e que estão muito diluídos no espaço.

As linhas de emissão, bem como as linhas de absorção, contêm informações

muito importantes sobre a presença de elementos químicos na Terra, nas estrelas e nas galáxias. A luz emitida por esses elementos químicos, sabemos muito bem por experiências em laboratórios terrestres, ocorrem em comprimentos de onda muito bem determinados. No entanto, na luz que recebemos das galáxias, todas as linhas espectrais encontram-se deslocadas sistematicamente para comprimentos de onda maiores. Esse deslocamento é conhecido como desvio para o vermelho e foi interpretado como devido à velocidade de afastamento das galáxias. Hoje sabemos que esse deslocamento se deve, de fato, à expansão do Universo e quanto mais distante está a galáxia observada, tanto maior será o deslocamento para o vermelho.

A expansão do universo não pode ser percebida sem os instrumentos adequados, o que faz com que o Universo pareça estático. Esse fato decorre da impossibilidade de atestarmos visualmente qualquer variação significativa nos astros mais distantes do nosso Universo.

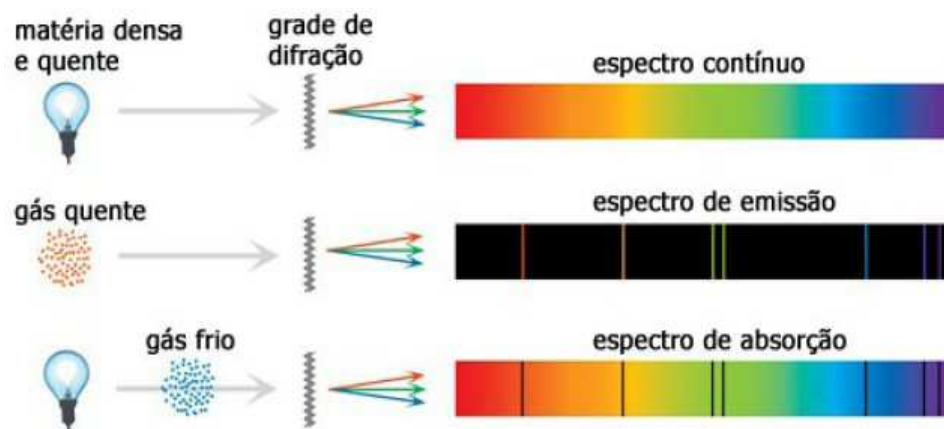


Figura 6: A figura mostra os espectros característicos das linhas de absorção e de emissão do gás quente e do gás frio.

Fonte: <http://www.scienceinschool.org/print/300> (acessado em 17/02/2012)

Bibliografia

Texto adaptado de *A expansão do Universo e Suas Consequências Cosmológicas*, Ronaldo E. De Souza, Dept. de Astronomia IAG/USP

Responda: O que é o deslocamento da luz para o vermelho?

Anexo do texto 4.2

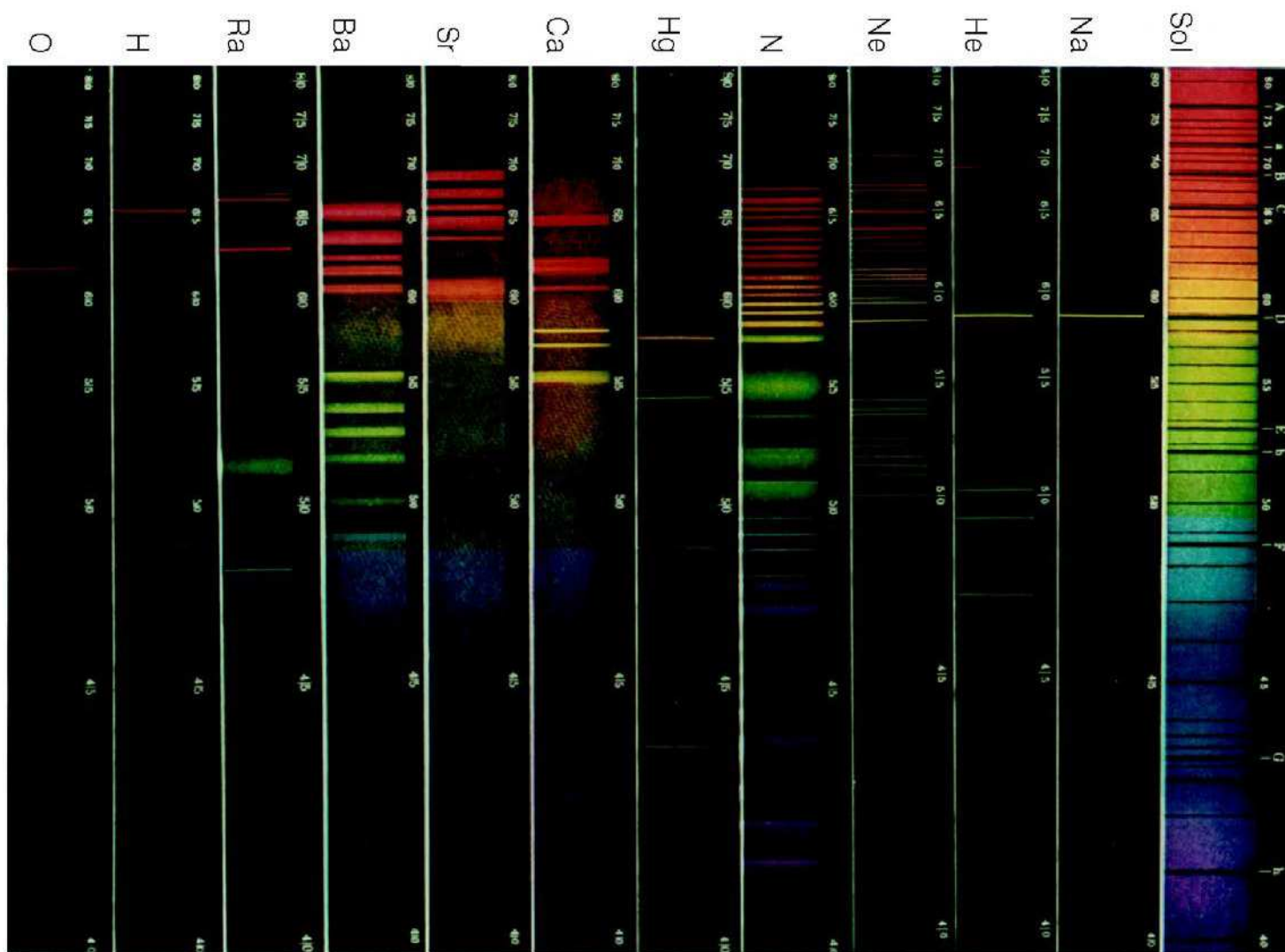


Figura 7: Espectro do Sol (extrema direita) e de diferentes elementos químicos. Comparando as posições das linhas brilhantes nos espectros dos elementos com a posição das linhas escuras do Sol, é possível identificar quais são os elementos químicos que constituem o Sol.

Texto 4.3: Lei de Hubble

A Lei de Hubble descreve uma observação feita na Cosmologia: a velocidade de afastamento com a qual a maioria das galáxias está se distanciando da Terra é proporcional a distância dessas galáxias até nós. Essa lei foi formulada por Hubble em 1929 após aproximadamente uma década de observações. A velocidade de afastamento das galáxias já havia sido calculada e divulgada por Vesto Slipher (1917). Vesto Slipher calculou a velocidade de afastamento das galáxias a partir do deslocamento para o vermelho das linhas espectrais da mesma. Quanto mais distante a localização da galáxia, maior era o deslocamento de suas linhas espectrais para o vermelho.

Esse fenômeno ocorre quando a fonte e o observador se movem um em relação ao outro. Quando se afastam um do outro, o comprimento de onda visto pelo observador aumenta, diminuindo quando fonte e observador se aproximam. Portanto, se uma galáxia estiver se aproximando, sua luz se desloca para o azul; se estiver se afastando, para o vermelho. Em cada caso, a variação relativa do comprimento de onda é proporcional à velocidade com que a fonte se move. A observação de que a luz emitida pelas galáxias é desviada para o vermelho é considerada a primeira evidência da expansão do Universo, e hoje em dia é uma das peças fundamentais que dão suporte a essa teoria.

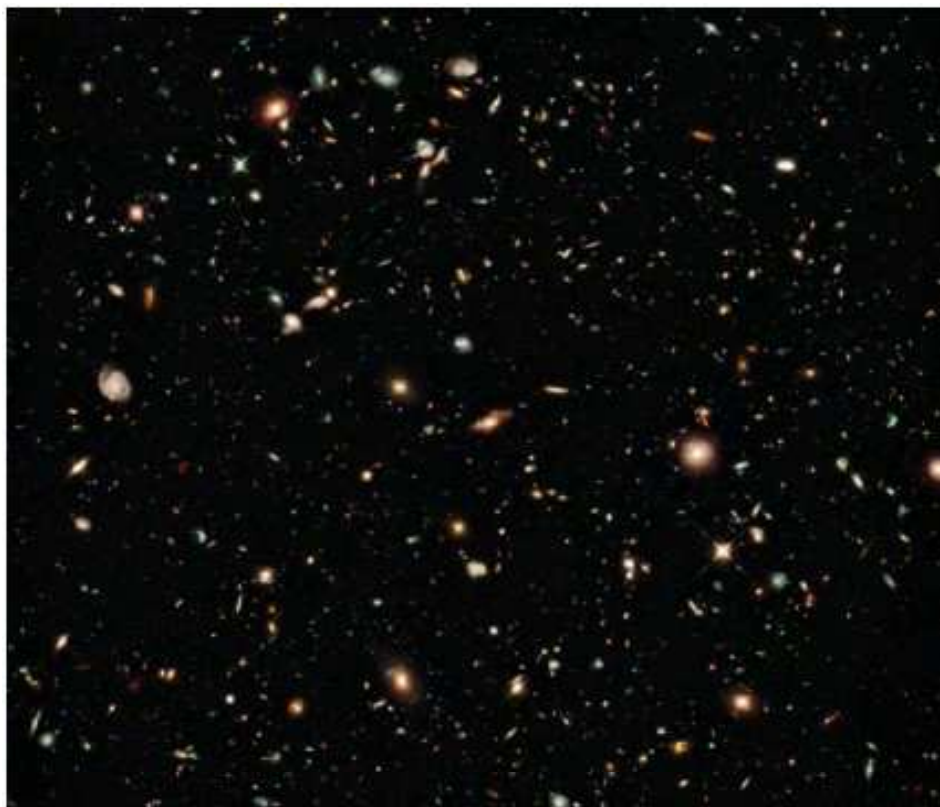


Figura 8: Imagem mais profunda obtida pelo telescópio Hubble. Cada ponto desses corresponde a uma galáxia.

Fonte: <http://eternosaprendizes.com> (acessado em 17/02/2012)

O termo *Big Bang* é utilizado pelos cosmólogos para se referir à ideia de que o Universo se expandiu a partir de uma condição inicial quente e densa há 13,7 bilhões de anos, e continua se expandindo até hoje. Hubble procurou uma relação matemática que permitisse descrever qual a relação entre a distância da galáxia e a sua velocidade de afastamento, percebendo que essa relação é linear e pode ser descrita como:

$V = H \times D$, onde:
V: velocidade de afastamento das galáxias.
H: Constante de Hubble
D: a distância da galáxia até o planeta Terra.

Essa relação mostra que a velocidade de afastamento da galáxia (V) é proporcional à distância da galáxia até a Terra (D).

O fator de proporcionalidade é a constante de Hubble (H), que atualmente possui o valor de $2,5 \cdot 10^{-18}$ /s.

Bibliografia

http://pt.wikipedia.org/wiki/Lei_de_hubble (Acesso em: 08/02/2012)

Enuncie a Lei de Hubble.

Texto 4.4: A teoria do *Big Bang* e a Lei de Hubble

A Cosmologia é a área da ciência que estuda a origem e a evolução do Universo. Einstein foi um dos primeiros a propor uma teoria científica que tinha como principal objetivo descrever o Cosmos. Cosmos (ou cosmo) é um termo que designa o Universo em seu conjunto, toda a estrutura universal em sua totalidade, desde o microcosmo ao macrocosmo. O cosmos é a totalidade de todas as coisas desse Universo ordenado, desde as estrelas, até as partículas subatômicas.

Em 1917, quando Einstein aplicou a sua Teoria da Relatividade Geral a todo o Universo, a Cosmologia deixava de ser considerada mera especulação e passava a ser mais bem aceita pela comunidade científica. Os resultados que Einstein conseguiu com a aplicação da Teoria da Relatividade Geral ao Universo não foram satisfatórios para ele, pois indicavam que o Universo estava em EXPANSÃO ou CONTRAÇÃO. Isso divergia da concepção de um Universo ESTÁTICO e IMUTÁVEL que era dividida pelos pensadores da época. Para reverter esse resultado, que soava como um absurdo, Einstein modificou a sua teoria, introduzindo uma constante cosmológica em suas equações. Com essa alteração, as equações conduziam a um Universo estático.

Alguns anos depois, em 1929, o astrônomo Edwin Hubble, depois de ter passado anos fazendo observações com um telescópio, percebeu que as galáxias estão se afastando de nós a uma velocidade que é proporcional à sua distância. O fato de as galáxias estarem se afastando de nós leva a crer que o Universo não é estático, ele está em EXPANSÃO. O Universo é, portanto, DINÂMICO! Essa nova percepção fez com que a constante cosmológica fosse abandonada. A constatação de que o Universo está em expansão deu força à teoria proposta primeiramente por George Lemaître (1927), que mais tarde seria chamada de *Big Bang*.

A expansão do Universo e a teoria do *Big Bang* estão intimamente relacionadas. Saber que o Universo está em expansão, levou os estudiosos a supor que num tempo remoto, a matéria estava agrupada em um espaço pequeno, O UNIVERSO ERA QUENTE E DENSO.

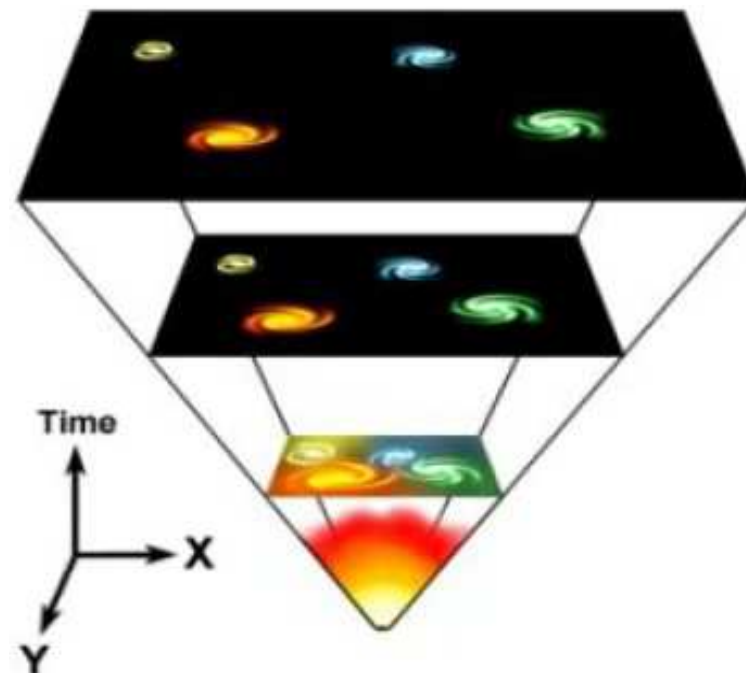


Figura 9: A evolução do Universo a partir de um estado quente e denso. Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Universe_expansion2.png (acessado em 17/02/2012)

A Figura 9 ilustra de forma bem simples a expansão do Universo.

Bibliografia

http://pt.wikipedia.org/wiki/Big_Bang#Edwin_Hubble (Acesso em: 08/02/2012)

Resposta: Qual é a relação entre a Lei de Hubble e a teoria do *Big Bang*?

Atividade 5: Por que ocorrem as fases da Lua?

A **Lua** é um astro que exerce grande fascínio sobre a humanidade. Além de servir como grande inspiração para os poetas e apaixonados, ela também inspirou a criação de lendas e mitos. Quem nunca ouviu falar do ataque dos lobisomens que supostamente ocorre sempre nas noites de Lua Cheia? Ou mesmo do nascimento dos bebês que seria mais frequente nessa fase? Procurar saber qual o tipo de influência a Lua exerce sobre a Terra, entender as suas fases e a sua importância na vida humana também levaram ao desenvolvimento de inúmeros estudos científicos. Uma pergunta que convida à reflexão é "**Por que ocorrem as fases da Lua?**". Não somos os primeiros a fazer essa pergunta; outros admiradores do céu, curiosos e cientistas já a fizeram muito antes de nós.

Registros analisados por historiadores da ciência mostram que os primeiros estudos sobre as fases da Lua foram feitos na Babilônia. Tabletes de barro cozido, que datam de aproximadamente 3 600 anos atrás, contendo inscrições cuneiformes, nos permitem saber que os babilônicos utilizavam um sistema numérico bastante complexo baseado no número 60, conhecido como sistema sexagesimal. Observe a comparação abaixo,.

Tabela 2: Essa tabela faz uma comparação entre os diferentes sistemas métricos.

Nome	Característica	Aplicação	Exemplo
Sistema Decimal	Baseado em 10 algarismos.	Utilizado no nosso dia a dia.	3
Sistema Binário	Baseado em 2 algarismos (0 e 1).	Utilizado em sistemas digitais, como computadores.	11
Sistema Sexagesimal	Baseado em 60 algarismos.	Originou a unidade de tempo que medimos atualmente e a unidade de medida de ângulos (graus).	𐎶𐎵𐎺

Hoje em dia dividimos uma hora em 60 minutos e um minuto em 60 segundos. Esse tipo de marcação do tempo é originada a partir do sistema sexagesimal. Registros mostram que os astrônomos babilônicos utilizavam esse sistema para descrever a posição do Sol e da Lua ao longo de um círculo de 360°. Foram eles que dividiram o céu em 12 partes, cada uma correspondente a um signo do zodíaco.

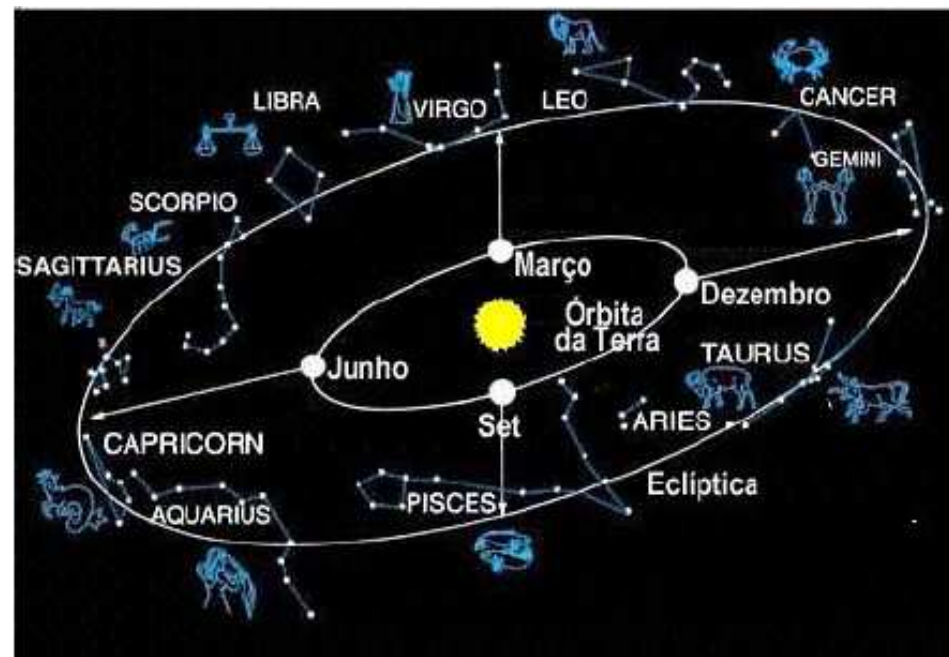


Figura 10: Esta figura mostra a divisão do céu feita pelos babilônicos. Eles o dividiram em 12 partes, cada uma com uma constelação correspondente. Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/const.htm> (acessado em 17/02/2012)

O que motivou os babilônicos a fazerem observações frequentes do céu e a buscarem um entendimento sobre as fases da Lua foram, principalmente, **questões religiosas**, pois os deuses babilônicos eram representados por astros. Além disso, havia a motivação de ordem mais prática, que era a necessidade de um **calendário para a agricultura**. O único registro que temos de um modelo babilônico que procura explicar as fases da Lua é conhecido como **Modelo de Berossus**. Berossus viveu entre 290 e 270

a.C. na cidade de Marduk. Assim como seus contemporâneos, ele acreditava que a Terra era plana. Para explicar o ciclo da Lua, Berossus propõe que metade da Lua emite luz própria sendo, portanto, brilhante e a outra metade não emite luz, sendo naturalmente de cor azul-escuro.

Berossus acreditava que a Lua e o Sol estavam em uma eterna dança e que a influência do Sol fazia com que a Lua ora virasse seu lado luminoso, ora seu lado escuro para nós. Devido à falta de registros, até hoje não sabemos se o modelo de Berossus para explicar as fases da Lua representava o ponto de vista de outros astrônomos babilônicos que viveram naquela época.

A Grécia Antiga também foi um local de grande produção de conhecimento a respeito do movimento dos astros. **Aristóteles**, filósofo grego que viveu de 384 a 322 a.C., teve ideias para explicar as fases da Lua que são muito semelhantes às ideias que temos atualmente.

Aristóteles acreditava que a Terra era esférica e que, assim como a Terra, a Lua era iluminada pelo Sol. A diferença do modelo proposto por Aristóteles para o modelo atual era que a Terra estava parada no centro do Universo, enquanto a Lua, o Sol e os demais planetas giravam em torno dela. Em 150 a.C., **Ptolomeu**, que também defendia que a Terra estava no centro do Universo, publicou sua grande obra, o **Almagesto**. Nela, ele descreveu o movimento dos corpos do Sistema Solar conhecidos naquela época: Sol, Lua, Mercúrio, Marte, Vênus, Júpiter e Saturno.

Essa obra recheada de Matemática e Filosofia, mostrava aos seus leitores como era possível prever a posição dos astros, os eclipses e as fases da

Lua. Apesar de conseguir prever muitos fenômenos, os cálculos de Ptolomeu nem sempre levavam aos resultados corretos, mostrando que sua teoria precisava ser aprimorada. O **Almagesto** foi referência por mais de 1 000 anos para todos aqueles que estavam interessados em estudar Astronomia.

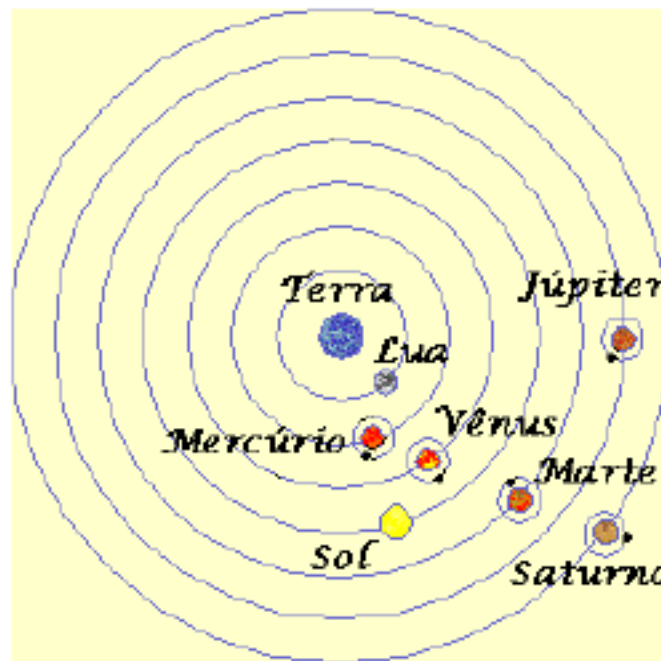


Figura 11: Esta figura é um esquema do modelo geocêntrico, defendido por Aristóteles e posteriormente, por Ptolomeu.

Fonte: <http://educar.sc.usp.br/fisica/movgrav.html> (acessado em 17/02/2012).

Foi apenas em 1543 que iniciou a denominada **Revolução Copernicana**. Nesse ano, Copérnico, astrônomo polonês, publicou sua obra, **Das Revoluções do Mundo Celeste**, escolhendo o Sol para ocupar o centro do Universo. Ao contrário do que se pode imaginar, a escolha de Copérnico não ocorreu motivada apenas por **novas observações**, mas também por **questões metafísicas**. Abaixo segue um trecho do próprio Copérnico que revela suas ideias:

"No meio de todos os assentos, o Sol está no trono. Neste belíssimo templo poderíamos nós colocar esta luminária noutra posição melhor de onde ela iluminasse tudo ao mesmo tempo? Chamaram-lhe corretamente a Lâmpada, o Mente, o Governador do Universo; Hermes Trilegisto chama-lhe o Deus Vísivel. O electra de Sófocles chama-lhe O que vê tudo. Assim o Sol senta-se como que num trono real, governando os seus filhos, os planetas, que giram à volta dele." (Copérnico apud Silveira, 2002, p. 407)

O modelo proposto por Copérnico coloca, portanto, o Sol no centro do Universo, com os planetas orbitando ao seu redor. A partir desse modelo, que foi aprimorado por Kepler, Newton e outros cientistas nos séculos posteriores, é que vamos responder "Por que ocorrem as fases da Lua?".

Segundo o modelo atual do **sistema Terra-Lua-Sol**, temos a seguinte configuração (figura fora de escala):

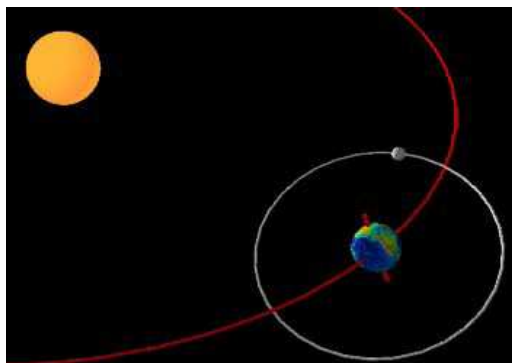


Figura 12: Esta figura é uma representação, fora de escala, do Sistema Terra-Lua-Sol. A curva vermelha representa a órbita da Terra e a curva acinzentada representa a órbita da Lua.
 Fonte:
<http://astro.if.ufrgs.br/eclipses/eclipse.htm>
 (acessado em 17/02/2012)

Ideias Prévias

Este espaço é destinado para você escrever explicações suas e dos colegas para as perguntas que se seguem:

5.1) Por que ocorrem as fases da Lua?

5.2) Qual é a influência das fases da Lua na vida humana?

Por que ocorrem as fases da Lua?

Nesta atividade, o objeto que representa a Lua e o objeto que representa o Sol vão estar parados, já o objeto que representa a Terra vai estar se movendo. Apesar de a atividade não corresponder fielmente às posições e movimentos reais dos corpos celestes envolvidos, ela vai nos ajudar a construir um modelo mental para entender porque ocorrem as fases da Lua.



Figura 13: Esta figura mostra fotografias da Lua em diferentes configurações.

Fonte:

<http://downloads.open4group.com/wallpapers/fases-da-lua-c38bb.jpg>

(acessado em 17/02/2012)

5.3) Como podemos enxergar a Lua à noite se ela não emite luz própria?

5.4) Metade da superfície da Lua está sempre iluminada pelo Sol, enquanto que a outra metade está sempre escura. Então, por que a Lua assume diferentes formatos aparentes ao longo do mês?

5.5) As fases da Lua acontecem porque as posições relativas da Lua em

relação à Terra e ao Sol se modificam constantemente. A Lua gira em torno da Terra como mostra o diagrama que segue.

(a) Para cada posição ocupada pela Lua, desenhe como a Lua parece quando vista aqui da Terra.

(b) Indique o nome das quatro fases principais da Lua nos espaços indicados.

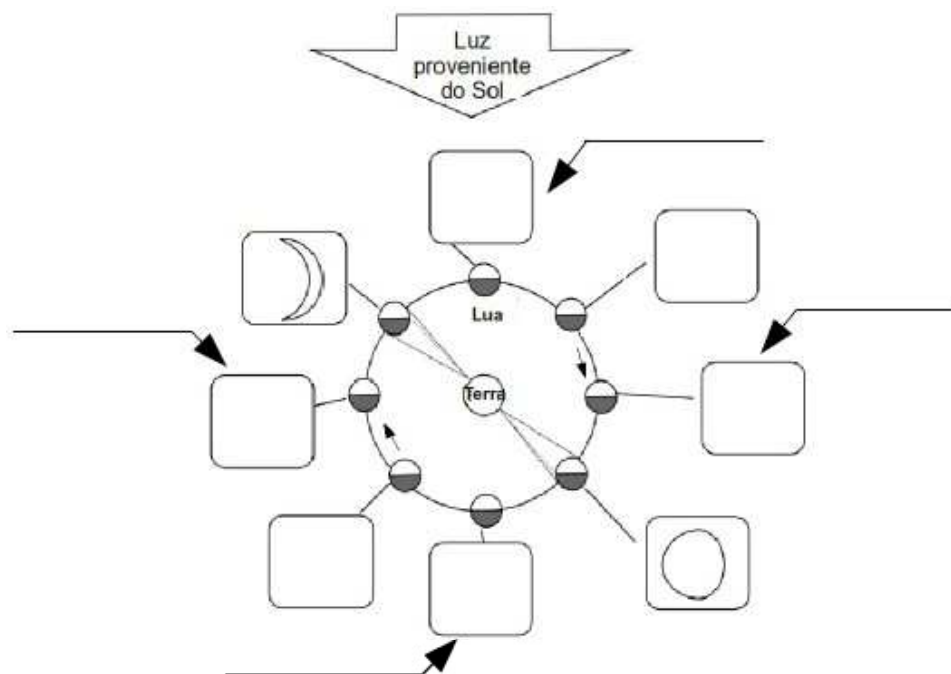


Figura 14: As fases da Lua.

Fonte: Figura retirada e adaptada de IYA 2009, "You are a Galileo" Project. Let's observe the Moon. (acessado em 17/02/2012)

O aspecto da face iluminada da Lua é o que chamamos de fase. A fase da Lua muda conforme ela realiza sua translação em torno da Terra. A Lua leva aproximadamente 27,3 dias para completar uma volta em torno da Terra, esse período é chamado de mês sideral. O mês sideral é um pouco menor do que o mês sinódico (ou lunação), ou seja, o tempo entre duas fases iguais consecutivas. O período de lunação é de 29,5 dias. Podemos

compreender o porquê dessa diferença, analisando a Figura 15.

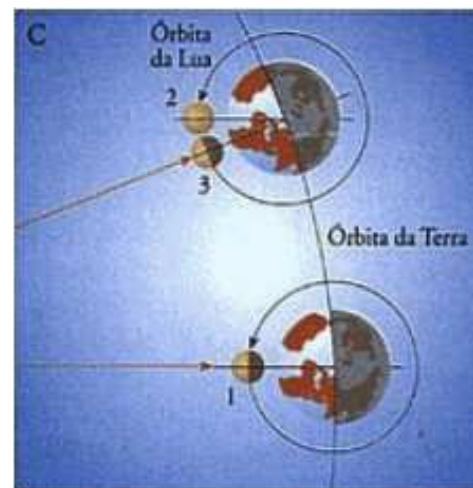


Figura 15: Enquanto a Lua gira em torno da Terra, a Terra executa sua translação ao redor do Sol. Quando a Lua se encontra na posição 1, é Lua Nova. Após dar uma volta completa em torno da Terra, a Lua atinge a posição 2. Para que seja Lua Nova mais uma vez, a face escura da Lua tem que estar totalmente voltada para a Terra, o que acontece na posição 3. Dessa forma o mês sideral (posição 1 – posição 2) é menor do que a lunação (posição 1-posição 3).

Fonte:

http://amordaverdade.blogspot.com/2009_07_01_archive.html

(Acesso em: 08/02/2012).

5.6) Preencha a tabela a seguir com os significados dos novos conceitos.

Corpo luminoso	
Corpo iluminado	
Mês sinódico (ou lunação)	
Mês sideral	
Fase lunar	

Atividade 6: Intervalos de tempo entre as fases da Lua e a variação do período de lunação.

As quatro principais fases da Lua ocorrem na seguinte ordem: Nova, Quarto Crescente, Cheia e Quarto Minguante. A lunação corresponde a 29,5 dias, portanto é intuitivo pensar que o intervalo de tempo entre duas fases consecutivas da Lua é de 29,5 dias dividido por quatro, ou seja, aproximadamente 7,4 dias. Consultando um calendário com as datas das principais fases da Lua, podemos perceber que isso não é verdade.

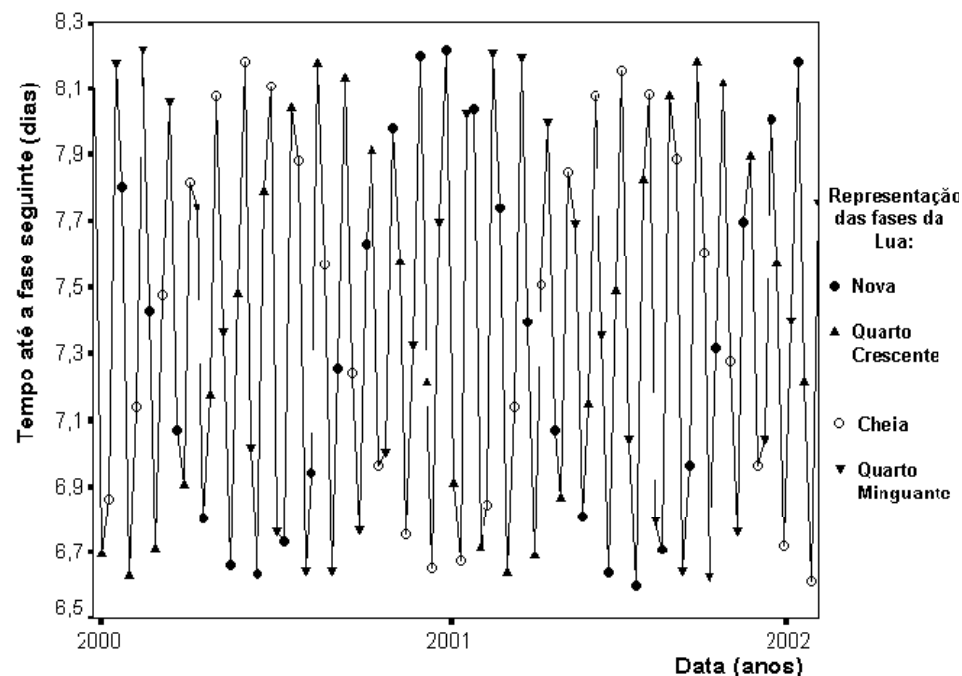
Uma pesquisa realizada por SILVEIRA revela que o intervalo entre duas fases consecutivas da Lua é em sua maioria 7 ou 8 dias, podendo também ocorrer intervalos de 9 ou 6 dias. O Gráfico 1 mostra com maior precisão os intervalos de tempo que separam uma fase principal da sua subsequente. Analisando o primeiro ponto do gráfico, podemos perceber que o intervalo de tempo entre o primeiro Quarto Crescente de 2000 e a primeira Lua Cheia de 2000 foi de 6,7 dias. Analisando o segundo ponto do gráfico, concluímos que o intervalo entre a primeira Lua Cheia do ano de 2000 até o primeiro Quarto Minguante desse mesmo ano foi um pouco menor do que 6,9 dias. Seguindo esse raciocínio, responda:

6.1) Qual é o intervalo entre a primeira Lua Cheia de 2001 e o primeiro Quarto Minguante de 2001?

6.2) Quantas Luas Cheias ocorreram no ano de 2000?

6.3) Qual foi o menor intervalo de tempo entre uma Lua Cheia e um Quarto Minguante no ano de 2001? E no ano de 2000?

Gráfico 1: Variação do período sinódico da Lua entre 1984 e 2006. (Fonte: Silveira, 2001)

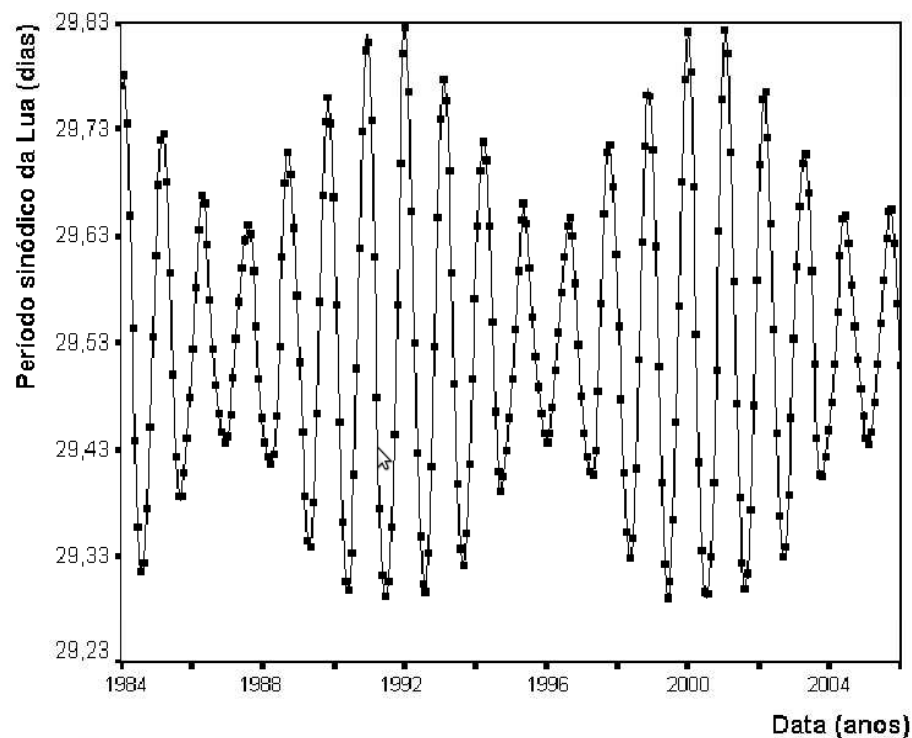


A variação nos intervalos entre as fases principais da Lua acontece por diversos fatores. O fato de a órbita da Lua em torno da Terra não ser um círculo perfeito, e sim uma elipse, contribui para essas variações. Quando a Lua encontra-se no perigeu, sua distância à Terra é de 356 800 km e quando atinge o apogeu, sua distância é de 406 400 km.

Essa assimetria na órbita faz com que os caminhos percorridos pela Lua de uma fase principal a outra sejam diferentes; por isso existem variações no intervalo de tempo decorrido entre duas fases consecutivas.

Quando falamos que o mês sinódico da Lua é de 29,5 dias, estamos nos referindo a uma média. O Gráfico 2 mostra como a duração no mês sinódico (de Nova a Nova) variou entre os anos de 1984 e 2006.

Gráfico 2: Variação do período sinódico da Lua entre 1984 e 2006.
(Fonte: Silveira, 2001)



O gráfico mostra que o maior mês sinódico entre os anos de 1984 e 2004 teve duração de 29,83 dias.

6.4) Em que anos o mês sinódico atingiu aproximadamente essa duração máxima? Qual a duração mínima do mês sinódico durante os anos mostrados no gráfico? Qual a duração média?

6.5) O gráfico possui algum padrão? Tente descrevê-lo.

Bibliografia

Silveira, F. L. *As variações dos intervalos de tempo entre as fases principais da Lua*. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, vol. 23 n.4, p. 300-307, setembro 2001.

Atividade 7: Por que ocorrem os eclipses?

As figuras 16 e 17 são fotografias feitas durante um eclipse total da Lua (figura 16) e durante um eclipse total do Sol (figura 17).



Figura 16: Eclipse lunar.
Fonte:
http://fisicamoderna.blog.uol.com.br/arch2007-02-25_2007-03-03.html
(acessado em 17/02/2012)

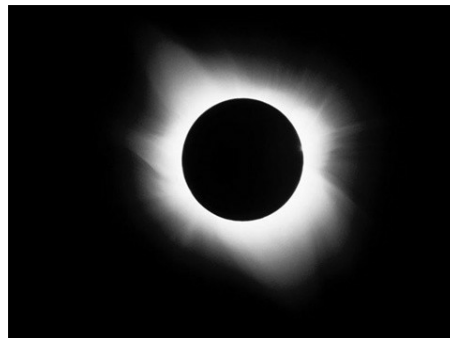


Figura 17 : Eclipse solar
Fonte:
<http://preservblog.blogspot.com/2011/06/eclipse.html>
(acessado em 17/02/2012)

Ideias Prévias

7.1) Você tem alguma ideia de por que os eclipses ocorrem? Escreva abaixo as suas ideias e a de seus colegas.

Nesta atividade você poderá visualizar na prática por que um eclipse acontece. Primeiramente a turma deve se dividir em duplas. Cada dupla

receberá:

- 1 suporte milimetrado.
- Uma haste com uma bola de isopor representando a Terra.
- Uma haste com uma bola de massinha representando a Lua.
- O Sol será representado pela fonte de luz localizada no centro da sala.

Posições da Terra e da Lua em escala

7.2) A Lua possui aproximadamente 3 500 km de diâmetro, enquanto a Terra possui aproximadamente 13 000 km de diâmetro. A distância média da Lua até a Terra é de 384 000 km. Em um modelo em escala, a distância da Lua até a Terra é 30 vezes o diâmetro da Terra. Para fazer o modelo, preencha a tabela a seguir:

	Dimensões reais	Dimensões em escala
Diâmetro da Lua		
Diâmetro da Terra		
Distância da Lua até a Terra		

Agora encaixe a Terra e a Lua no suporte de forma a manter as proporções da tabela.

Eclipse Lunar

7.3) Tente fazer a Lua passar pela sombra da Terra (eclipse lunar). Todas as pessoas presentes no lado escuro da Terra podem ver o eclipse lunar? Explique.

7.4) Em qual das fases da Lua é possível a ocorrência de um eclipse lunar? Explique.

Eclipse Solar

Agora, vamos representar o eclipse do Sol. O eclipse do Sol ocorre quando a Lua projeta sua sombra na Terra.

7.5) Aonde a Lua deve estar para que isso aconteça?

Alinhe a Lua em direção ao Sol de modo que a Lua projete sua sombra na Terra.

7.6) De quais regiões da Terra o eclipse solar será visível?

Pondo no Papel

7.7) Escreva um parágrafo (individual e com as suas próprias palavras) explicando como e por que os eclipses lunar e solar acontecem.

Os eclipses e o alinhamento dos astros (Sol, Terra e Lua)

Para que o eclipse solar ou o eclipse lunar aconteçam, os astros Terra, Lua e Sol devem estar alinhados. No caso do eclipse solar, a Lua deve estar entre a Terra e o Sol e no caso do eclipse lunar, a Terra deve estar exatamente entre o Sol e a Lua. É importante destacar que o Sol é o único dos três astros que emite luz própria, sendo a Lua e a Terra corpos iluminados pelo Sol. Quando o alinhamento entre os astros ocorre, a Lua pode projetar sua sombra na Terra ou a Terra pode projetar sua sombra na Lua. Esse alinhamento não acontece todos os meses, pois o plano orbital da Lua é inclinado em relação ao plano orbital da Terra. A Figura 18 mostra o sistema Terra-Lua-Sol em quatro posições

diferentes (A, B, C e D). As dimensões da Terra, da Lua e do Sol não estão representadas em escala, bem como a distância entre os três corpos.

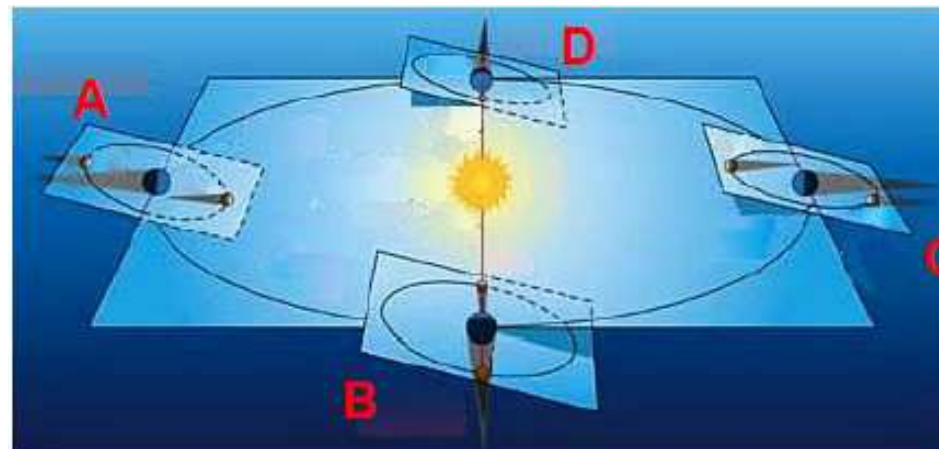


Figura 18: Eclipses solar e lunar. Fonte: <http://www.pgie.ufrgs.br/portalead/astgeo/eclipses.htm> (acessado em 17/02/2012)

Observe que quando a Terra se encontra nas posições A e C, a sombra da Terra não é projetada sobre a Lua Cheia, assim como a sombra da Lua Nova não é projetada sobre a Terra, ou seja, nessas posições não ocorre nenhum tipo de eclipse.

Já nos meses em que a Terra está nas posições B e D, a sombra da Terra pode atingir a Lua, quando a Lua está na fase Cheia, assim como a sombra da Lua pode atingir a Terra no dia da Lua Nova. Nessas posições ocorre o alinhamento entre os astros e consequentemente, os eclipses.

Eclipse Lunar: total, penumbral ou parcial?

Podemos observar três tipos de eclipse lunar:

- Eclipse lunar total: toda a Lua passa pela umbra.



- Eclipse lunar penumbral: a Lua passa pela penumbra.



- Eclipse lunar parcial: a Lua passa parcialmente pela umbra.



Figuras 19, 20 e 21: Tipos de eclipses lunares.

Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/eclipses/eclipse.htm>.
(acessado em 17/02/2012)

A Figura 22 mostra uma sequência de fotos representando a trajetória da Lua no cone de sombra da Terra, tiradas durante o eclipse parcial da Lua no dia 20 de Fevereiro de 2008. As diferentes colorações adquiridas pela Lua durante o eclipse estão intimamente relacionadas com a região de sombra pela qual ela está passando.

Pesquisa Extra

7.8) Por que a Lua apresenta coloração avermelhada durante a ocorrência dos eclipses?



Figura 22: Eclipse parcial da Lua.

Fonte: <http://blogeusoumais.blogspot.com/2011/06/eclipse-lunar-total-visto-tambem-em.html> (Acesso em: 08/02/2012).

Eclipse Solar: Total, Anular ou Parcial?

Podemos observar três tipos diferentes de eclipse solar:

- Eclipse Solar Total: o disco lunar cobre toda a superfície do Sol, deixando visível a coroa solar.

A Figura 23 ilustra esse tipo de eclipse, observe que é possível ver as explosões de plasma que ocorrem na superfície do Sol.

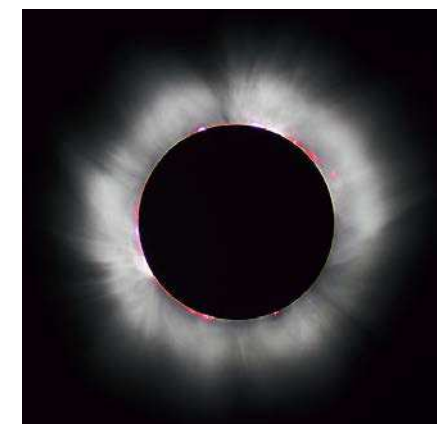


Figura 23: Eclipse total do Sol.

Fonte:

- Eclipse Solar Parcial: o disco lunar cobre parte da superfície do Sol. A Figura 24 ilustra esse tipo de eclipse.

- Eclipse Solar Anular: o disco lunar se posiciona de modo que um anel da luminosidade solar pode ser visto ao

http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Solar_eclips_1999_4.jpg
(acessado em 17/02/2012)

redor da lua, o que é provocado pelo fato do vértice do cone de sombra da Lua não estar atingindo a superfície da Terra, o que pode acontecer se a Lua estiver próxima do apogeu de sua órbita.



Figura 24: Eclipse Solar Parcial.

Fonte:

http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/eclipse_parcial_do_sol.html

(acesso em 17/02/2012)



Figura 25: Eclipse solar anular.

<http://astropt.org/blog/2008/02/07/eclipse-solar-anelar/>

(acesso em 17/02/2012)

O próximo eclipse solar, que poderá ser visto no estado do Rio Grande do Sul, acontecerá em 2034 e será um eclipse anular. Vale a pena conferir!

Atividade 8: Prevendo eclipses solares

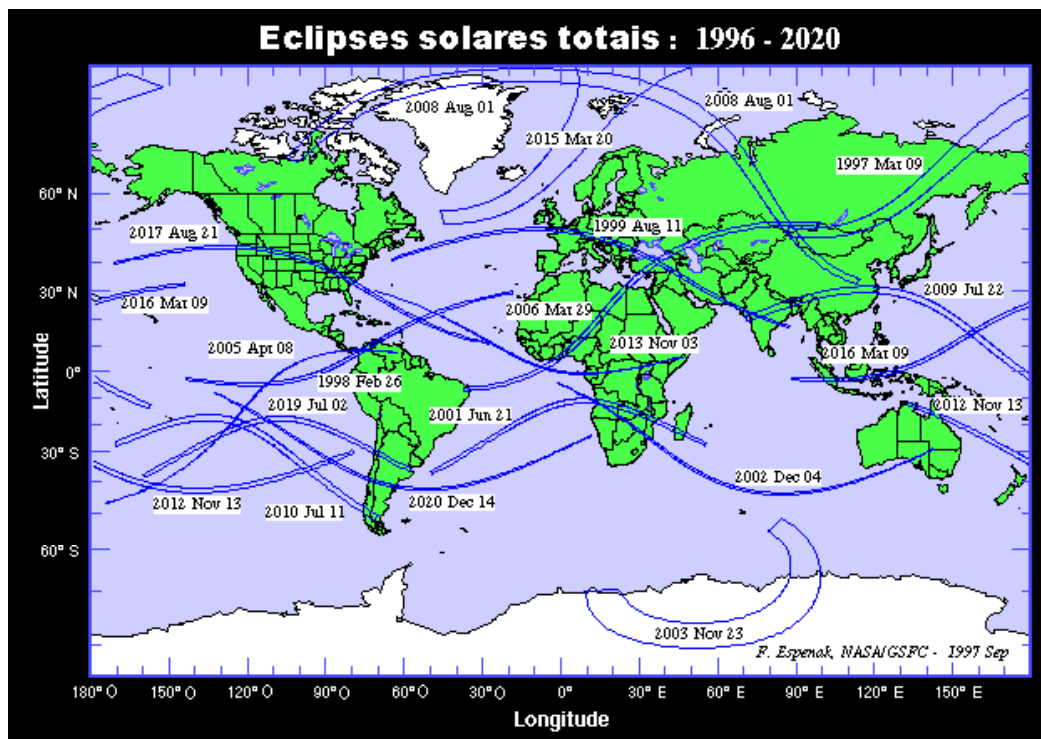


Figura 26: Esta figura indica quando e em quais localidades ocorreram eclipses e vão ocorrer eclipses desde 1996 até 2020. Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/eclipses/eclipse.htm> (Acesso em: 17/07/2010).

8.1) A Figura 26 mostra em quais regiões do planeta Terra eclipses solares totais foram ou serão visíveis, entre 1996 e 2020, indicando as datas dos mesmos. O mapa nos mostra, por exemplo, que no dia 14 de dezembro de 2020 acontecerá um eclipse total do Sol na Argentina. Através da interpretação do gráfico, responda os itens que se seguem.

(a) Quando acontecerá o próximo eclipse solar total no mundo? Em quais regiões ele poderá ser observado?

(b) Cite o nome de dois países que puderam observar o eclipse do dia 11 de Agosto de 1999.

(c) Quando ocorreu o último eclipse solar total no Brasil? Em qual região ele foi visível?

8.2) A Figura 27 mostra como a sombra da Lua projetada na Terra é vista da estação espacial que está localizada a 370 km de distância da Terra. Indique na fotografia a região do planeta Terra em que o eclipse total do Sol pode ser observado.



Figura 27: Sombra da Lua na Terra. Fonte: http://www.nasa.gov/vision/universe/solarsystem/sun_earthday2006.html (acessado em 17/02/2012)

Atividade 9: Constituição e Origem do Sistema Solar Uma breve visão do nosso Sistema Solar

Do nosso pequeno planeta azul, temos observado o Universo há milhares de anos. Os astrônomos antigos perceberam que alguns pontos brilhantes no céu se moviam de maneira diferente das estrelas. Denominaram esses pontos de planetas, palavra de origem grega que significa "aquele que vagueia". Cada **planeta** recebeu o nome de um deus romano: **Júpiter**, rei dos deuses, **Marte**, o deus da guerra, **Mercúrio**, o mensageiro dos deuses, **Vênus**, a deusa do amor e da beleza, e **Saturno**, o pai de Júpiter e deus da agricultura. Desde a invenção do telescópio, mais três planetas foram descobertos em nosso Sistema Solar: **Urano** (1781), **Netuno** (1846) e **Plutão** (1930). Plutão foi reclassificado como **planeta anão** em 2006. Além disso, nosso sistema solar é habitado por milhares de pequenos corpos, entre eles os **asteroides** e cometas. A maioria está localizada em uma região entre as órbitas de Marte e Júpiter denominada **Cinturão de Asteroides**, enquanto a "casa" dos **cometas** está muito além da órbita de Plutão, na **Nuvem de Oort**.

Os quatro planetas mais próximos ao Sol – Mercúrio, Vênus, Terra e Marte – são chamados de **planetas terrestres** porque têm superfícies sólidas e rochosas. Os quatro grandes planetas além da órbita de Marte – Júpiter, Saturno, Urano e Netuno – são chamados de **gigantes gasosos**. Em uma órbita ainda maior que a de Netuno, está Plutão, um pequeno e distante planeta anão que está na borda de um outro cinturão de asteroides, o **Cinturão de Kuiper**.

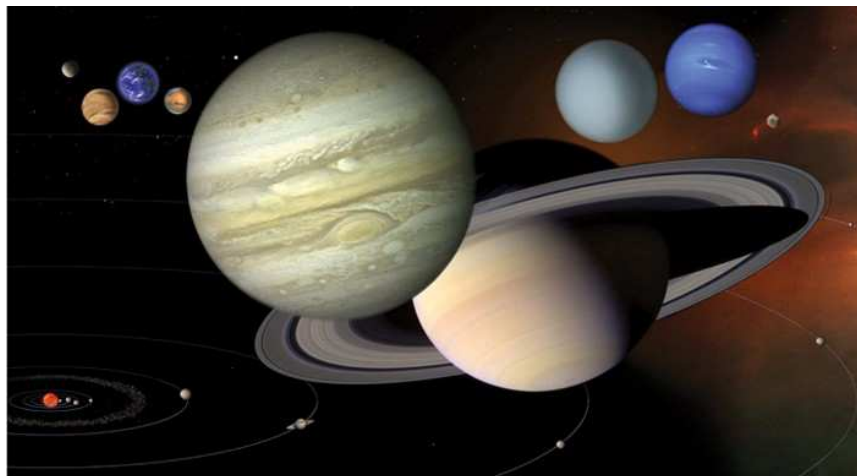


Figura 28: Esta figura é composta por duas partes, a de baixo mostra esquematicamente as órbitas dos planetas e a de cima faz uma comparação entre o tamanho dos planetas.

Fonte: <http://sse.jpl.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=SolarSys> (acessado em 17/02/2012).

Bibliografia
Texto adaptado de "Our Solar System" disponível em <http://sse.jpl.nasa.gov/planets/profile.cfm> (acessado em 17/02/2012).

O que é um Sistema Solar?

Quando utilizamos o termo **sistema solar**, geralmente estamos nos referindo ao nosso sistema solar, cujo principal componente é o nosso **Sol**. O Sol possui 99,8% da massa de todo o sistema solar. A sua grande massa provoca um **campo gravitacional** muito intenso que faz com que todos os **planetas, asteroides e cometas no nosso sistema solar orbitem em torno do Sol**. É a **gravidade** do Sol que determina onde acaba o Sistema Solar. Todos os objetos que têm seu movimento regido pelo campo gravitacional do Sol fazem parte do nosso sistema solar.

Além do nosso, existem outros sistemas solares catalogados, ou seja, outros sistemas formados por planetas que

orbitam outros sóis.

Sol: a única estrela do nosso Sistema Solar

O Sol é a estrela mais próxima da Terra e está localizado a uma distância média de nosso planeta de 149,60 milhões de quilômetros. Essa distância é conhecida como **unidade astronômica (UA)**, e define a escala para medir distâncias em todo o nosso sistema solar. O Sol, uma enorme esfera de gás quente, sustenta a vida aqui na Terra. Para termos uma ideia de quão grande é o Sol podemos comparar seu tamanho com o da Terra: dentro de um Sol caberiam um milhão de Terras. A superfície visível do Sol se chama

fotosfera. Externamente à fotosfera se encontram a cromosfera e a coroa.

A energia emanada do Sol é produzida em seu núcleo, onde a temperatura é cerca de 15 000 000 °C, através da fusão termonuclear. Na fotosfera a temperatura é mais baixa, cerca de 5 500 °C. É nessa região que ocorrem as explosões solares que enviam muitas partículas carregadas para o espaço. Ao atingirem a superfície da Terra, dependendo de sua intensidade, as partículas carregadas podem provocar sérias interferências nos sistemas de comunicação (transmissões via satélite, por exemplo).

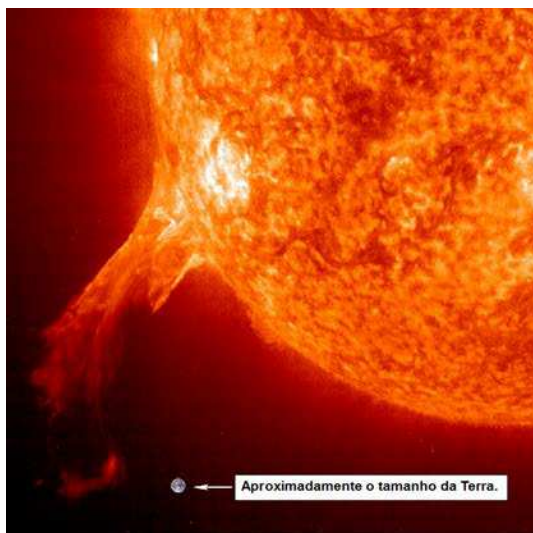


Figura 29: Esta figura faz uma comparação entre o tamanho de uma explosão solar e o tamanho da Terra.

Fonte:

<http://apod.nasa.gov/apod/ap060807.html>
(acessado em 17/02/2012)

- 9.1)** Qual é a definição de unidade astronômica (UA)? Quanto vale 1 UA em quilômetros?

Os Planetas

No ano de 2006, nosso querido Plutão deixou de ser considerado planeta e passou para a categoria de planeta-anão. Mas, o que determina se um corpo celeste é um planeta? Para ser considerado um planeta, o astro deve possuir quatro requisitos básicos:

- **Não possuir luz própria.**
- **Estar em órbita ao redor de um sol;**
- **Ter forma determinada pelo equilíbrio hidrostático (arredondada) resultante do fato de que sua força de gravidade supera as forças de coesão dos materiais que o**

constituem;

- **Possuir tamanho predominante em relação a corpos de órbitas vizinhas.**

Por não satisfazer à última condição, Plutão deixou de ser considerado planeta. Uma característica comum entre os **planetas** e os **planetas-anões** é que eles orbitam o Sol percorrendo **trajetórias elípticas**. As elipses são uma espécie de círculo achatado, como mostra a Figura 30.

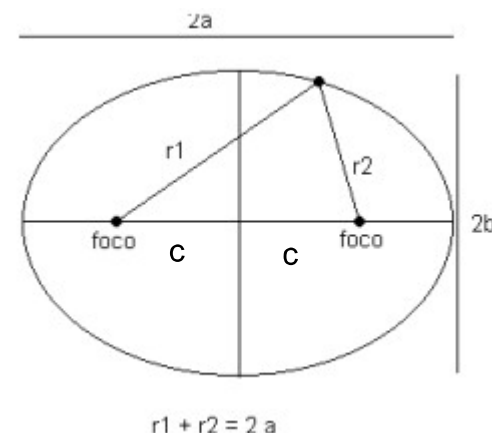


Figura 30: A figura ilustra os parâmetros de uma elipse, sendo que a distância $2a$ é denominada eixo maior da elipse e a distância $2b$ é denominada eixo menor da elipse.

Quanto mais "achatada" é a elipse, maior a sua **excentricidade**. O tamanho $2a$ é denominado **eixo maior** da elipse, o tamanho $2b$ é denominado **eixo menor** da elipse. Quando os focos coincidem, a elipse se torna um círculo.

Os planetas orbitam o Sol em trajetórias de forma elíptica, sendo que o Sol ocupa um dos focos da elipse. Os quatro planetas internos - Mercúrio, Vênus, Terra e Marte - são compostos principalmente de ferro e rochas. Eles possuem a composição e o tamanho parecidos com a Terra,

sendo denominados **planetas terrestres ou telúricos**.

Já os planetas exteriores são Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Esses planetas são gigantes rodeados por camadas de gases. Praticamente todos os planetas possuem satélites naturais (luas), com exceção de Mercúrio e Vênus. Os planetas interiores têm poucas luas. A Terra possui um único satélite, a Lua, já Marte possui duas luas. Os planetas exteriores gigantes têm muitas luas, Júpiter, por exemplo, possui mais de 60 satélites, incluindo a maior lua do Sistema Solar, Ganimedes. Essa lua é ainda maior do que Mercúrio. Saturno também possui 18 satélites, sua maior lua, Titã, também é maior que Mercúrio. Titã tem uma atmosfera que é mais espessa do que a atmosfera da Terra. Urano tem 27 satélites, e Netuno tem oito satélites.

Anéis de poeira, pedra e pedaços de gelo também orbitam os planetas gigantes. Os anéis de Saturno são os mais familiares, mas anéis finos também rodeiam Júpiter, Urano e Netuno.

Bibliografia

<http://sse.jpl.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=SolarSys&Display=Moons>
(acessado em 17/02/2012)

9.2) Nesta atividade você vai construir a sua própria elipse e calcular a excentricidade da mesma.

- Observe a demonstração da educadora e construa sua própria elipse utilizando um pedaço de barbante, papel, lápis e a ajuda de um colega. Compare a excentricidade da sua elipse com a dos colegas.
- A excentricidade da elipse é definida como $e=2c/2a$, ou ainda, $e=c/a$. Calcule a excentricidade da sua elipse e compare com a dos colegas.
- A distância entre os focos tem alguma relação com a excentricidade das elipses?

Satélites

As luas – como também chamados os satélites - têm muitas formas, tamanhos e tipos. Elas geralmente são corpos sólidos, e poucas têm atmosferas. Astrônomos descobriram pelo menos 146 luas que orbitam os planetas do nosso Sistema Solar. Esse número não inclui as seis luas dos planetas anões, nem inclui os satélites que orbitam alguns pequenos

asteroides e outros objetos celestes. Outras 21 luas estão aguardando a confirmação oficial de sua descoberta. A figura abaixo mostra as principais luas de nosso Sistema Solar.

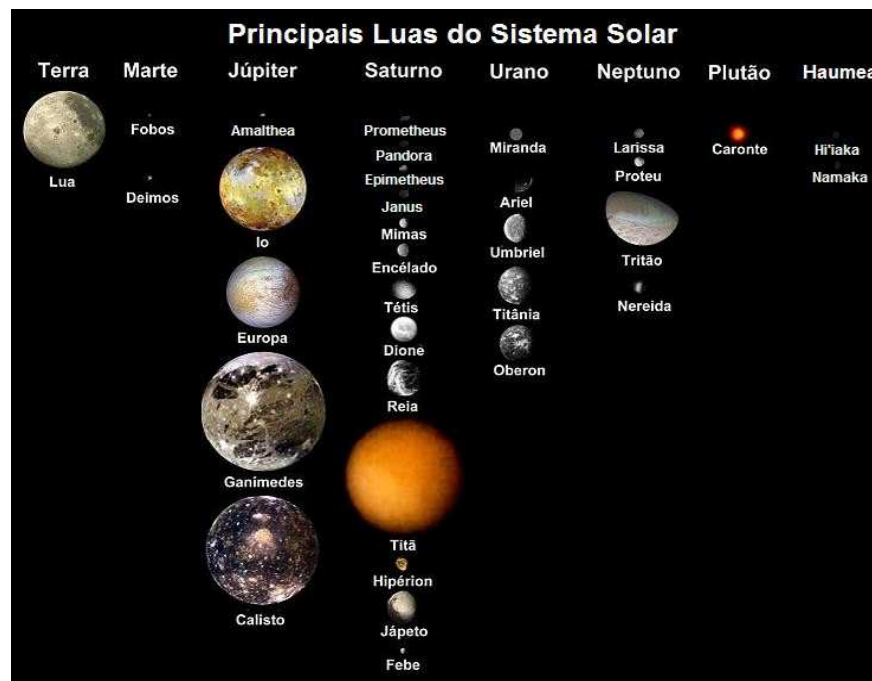


Figura 31: Esta figura mostra as principais luas do Sistema Solar e permite fazer uma comparação entre as dimensões desses satélites e a Terra.

Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Sat%C3%A9lite_natural
(acessado em 17/02/2012)

O nosso satélite, a **Lua**, provavelmente se formou quando um corpo de grande massa colidiu com a Terra, lançando uma grande quantidade de material originado do nosso planeta em órbita. Restos da Terra primitiva e do corpo massivo se aglutinaram para formar a Lua há cerca de **4,5 bilhões de anos** (a idade das mais antigas rochas lunares recolhidas). Doze astronautas americanos pousaram na Lua durante o programa da NASA

Apollo 1969-1972 para estudar a Lua e trazer para a Terra amostras de rochas.

Planetas Anões

Um planeta anão é um corpo celeste muito semelhante a um planeta, dado que orbita em torno do Sol e possui gravidade suficiente para assumir uma forma aproximadamente esférica, entretanto não possui uma órbita desimpedida. Um exemplo é Ceres que está localizado no Cinturão de Asteroides Principal e possui o caminho de sua órbita repleto desses pequenos astros. Plutão, Eris e Ceres foram os primeiros planetas anões a serem catalogados. A figura abaixo permite comparar o tamanho de alguns planetas anões com o da Terra.



Figura 32: Na sequência estão representados Eris (acima e a esquerda), Plutão e sua Lua Charon (abaixo), Ceres e a Terra.
Fonte: <http://sse.jpl.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Dwarf>
(Acesso em: 08/02/2012)

Corpos menores do Sistema Solar Cometas

Cometas são objetos compostos principalmente de gelo, rocha e poeira. Quando um cometa se aproxima do Sol, parte do gelo se transforma em gás. O vento solar empurra o gás e a poeira formando uma longa cauda no sentido oposto ao do Sol. Acredita-se que os cometas podem vir de duas regiões localizadas na borda do Sistema Solar: a Nuvem de Oort, um suposto aglomerado de cometas, e o Cinturão de Kuiper.

Asteroides

Asteroides são corpos muito pequenos. Alguns viajam em órbitas que passam por dentro da órbita da Terra ou mesmo da órbita de Mercúrio. Outros viajam por caminhos entre os planetas exteriores. Os astrônomos acreditam que existem mais de 50 mil asteroides. A maioria dos asteroides orbita o Sol no Cinturão Principal, localizado entre as órbitas de Marte e Júpiter, em uma região chamada de Cinturão de Asteroides.

Meteoroides



Figura 33: Esta é a imagem de um meteoróide que foi encontrado pela NASA na superfície de Marte. Ele é do tamanho de uma bola de futebol.
Fonte:
<http://sse.jpl.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Meteors>
(Acesso em: 08/02/2012)

Meteoroides são pedaços de metal ou rocha menor do que os asteroides. Quando eles caem na atmosfera terrestre se rompem e formam listras brilhantes de luz denominadas meteoros, que usualmente chamamos de estrelas cadentes. Alguns meteoros atingem o solo. Essas pedras são conhecidas como meteoritos. A maioria dos meteoroides são pedaços de asteroides quebrados.

Formação do Sistema Solar

Muitos cientistas acreditam que o nosso Sistema Solar se formou a partir de uma **nuvem gigante** formada por gás e poeira. Essa nuvem é conhecida como a **Nebulosa Solar**. Segundo essa teoria, a Nebulosa Solar começou a encolher devido à sua própria gravidade. À medida que a nebulosa se tornou menor começou a girar mais rapidamente e a tornar-se mais achatada, assumindo a forma de um disco. Os cientistas acreditam que as partículas do **disco achatado** começaram a colidir entre si e se agregar, formando objetos do tamanho de asteroides. Alguns desses objetos se uniram para formar os planetas. Outros formaram luas, asteroides e cometas.

A maior parte do material da nebulosa, no entanto foi puxado para o centro e formou o Sol. Segundo essa teoria, a pressão no centro se tornou grande o suficiente para causar as **reações nucleares** que são a fonte de energia do Sol. Eventualmente, erupções solares ocorreram, causando ventos solares. No interior do Sistema Solar, o vento solar era tão forte que varreu a maioria dos elementos mais leves. Nas regiões exteriores ao Sistema Solar, no entanto, o vento solar era muito mais fraco. Como resultado, muito mais gás manteve-se nos planetas exteriores. Isso explica porque os planetas interiores são pequenos e rochosos e os planetas exteriores são bolas gigantes de gás.

9.3) Propomos aqui a realização de uma investigação sobre o Sistema Solar. Para investigar isso, primeiramente vamos formular uma ou mais perguntas e em seguida buscar respostas a essa(s) pergunta(s) em fontes confiáveis como livros e *sites* de universidades.

Para realizar a investigação, o grupo deve seguir os seguintes passos:

Passo 1: Escolher um dos temas abaixo

- 1) Planetas Rochosos
- 2) Planetas Gasosos
- 3) Exploração do Sistema Solar (missões espaciais)
- 4) Outros Sistemas Solares
- 5) Água e Vida no Sistema Solar

Passo 2: Elaborar uma pergunta a respeito do tema escolhido.

Passo 3: Pesquisar em fontes confiáveis para responder à pergunta;

Passo 4: Montar a apresentação para a turma explicando a escolha da pergunta e a trazendo argumentações para a sua resposta.

O trabalho deve conter uma parte visual (cartaz, maquete ou slides com figuras) e um texto produzido pelo grupo sobre o tema (uma página, com fonte 12 e espaçamento simples). A apresentação poderá durar no máximo 5 minutos. A avaliação será feita levando em consideração a apresentação oral,

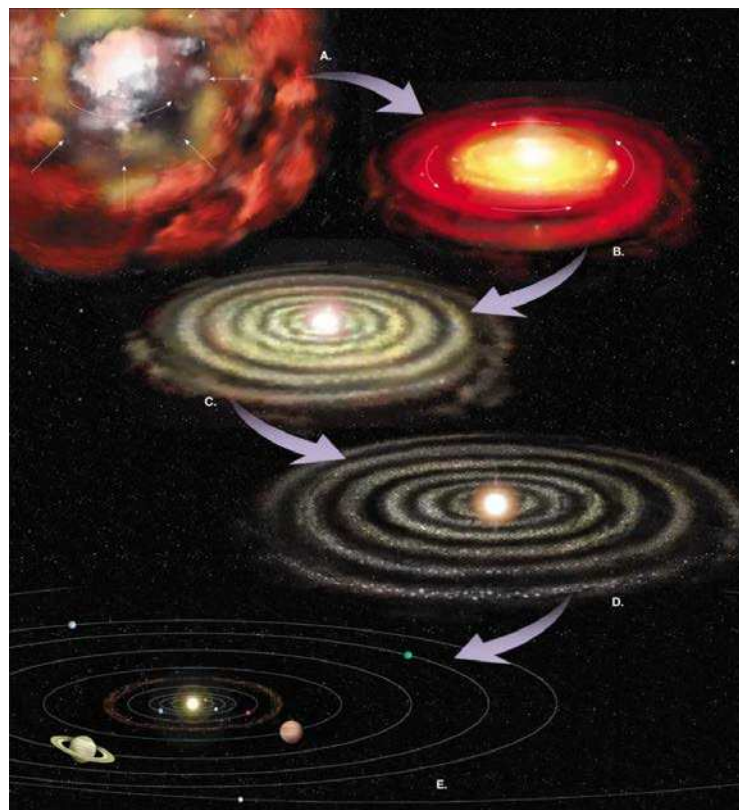


Figura 34: Esquema que ilustra como aconteceu a formação do Sistema Solar.

Fonte:

http://www.ccvalg.pt/astronomia/sistema_solar/introducao.htm (Acesso em: 08/02/2012)

escrita, o conteúdo, a criatividade e a interação do grupo.

Atividade 10: Como podemos prever a localização dos planetas?

Em 2 de Junho de 2003, uma **sonda espacial** construída por um grupo internacional foi lançada para Marte como parte de uma missão de busca de água e de possíveis evidências de vida no planeta vermelho. A sonda **Mars Express** (Expresso Marte, em tradução livre) é uma união de esforços entre os Estados Unidos e a Europa para entender que tipos de estruturas geológicas de Marte podem ter sido formadas por água, qual a extensão de água subterrânea e o que a atmosfera de Marte revela sobre o seu clima. A sonda pousou em solo marciano dia 25 Dezembro de 2003, levando aproximadamente 7 meses para chegar em seu destino.



Figura 35: Imagem de Phobos enviada pela Mars Express em Fevereiro de 2010.

Fonte:

[http://sse.jpl.nasa.gov/planets/profile.cfm?](http://sse.jpl.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Meteors)

[Object=Meteors](http://sse.jpl.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Meteors)

(Acesso em: 08/02/2012)

A *Mars Express* ainda está ativa em sua missão; em Fevereiro de 2010 ela enviou imagens que nos permitem conhecer com detalhes a superfície de **Phobos**, a maior lua de Marte. A *Mars Express* não é a primeira sonda a ser enviada; desde 1995 que sondas espaciais são lançadas da Terra com o intuito de conhecermos melhor o nosso Sistema Solar e até mesmo, o seu exterior.

Ao planejar o lançamento e o pouso de uma sonda espacial, os pesquisadores devem prever com precisão a posição do planeta ou satélite natural em que a sonda pretende pousar. A regularidade no movimento dos planetas foi percebida há séculos pelo homem, porém a formulação de uma teoria que descrevesse com exatidão tais movimentos só ocorreu no século XVII e foi

feita por **Johannes Kepler**. Nessa atividade nós vamos conhecer um pouco da história de Kepler e de como ele desenvolveu as leis que regem o movimento dos planetas, assim como as principais características da época em que Kepler viveu.

Kepler e sua Época

10.1) Você irá assistir um vídeo produzido por Carl Sagan, um grande divulgador da ciência. Esse vídeo pode ser encontrado nos seguintes endereços eletrônicos:

Parte 1: <http://www.youtube.com/watch?v=n8O51zu0htc>

Parte 2: <http://www.youtube.com/watch?v=LNiKR7SW7-M>

(acessado em 17/02/2012)

Pondo no Papel

10.2) Após assistir o vídeo, escreva um parágrafo (com suas próprias palavras) respondendo as seguintes perguntas:

- Quais características de Kepler e da sociedade em que Kepler viveu foram favoráveis para o desenvolvimento de suas teorias?
- Quais características de Kepler e da sociedade em que Kepler viveu foram desfavoráveis para o desenvolvimento de suas teorias?

As Três Leis de Kepler

Na atividade 10.1 pudemos conhecer um pouco sobre a vida de Kepler e os acontecimentos históricos de sua época. Na presente atividade vamos entender com mais profundidade as três leis de Kepler. Copérnico foi um dos primeiros estudiosos a propor que a Terra não é o centro do Universo, mas que ela, assim como os demais planetas, gira ao redor do Sol.

Kepler, influenciado pelo modelo de Copérnico e obstinado por sua crença em um Deus matemático, acreditava que as órbitas dos planetas deveriam ser círculos perfeitos. A ideia das órbitas circulares só foi abandonada quando Kepler tomou posse dos dados mais precisos da época. Tais dados foram frutos de 35 anos de observações, feitas por **Tycho Brahe**, do movimento dos cinco planetas então conhecidos: Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno. Depois de tentar encaixar várias figuras geométricas nos dados de Tycho, Kepler percebeu que as órbitas planetárias eram descritas de maneira precisa por elipses.

Primeira Lei de Kepler – Lei das Órbitas

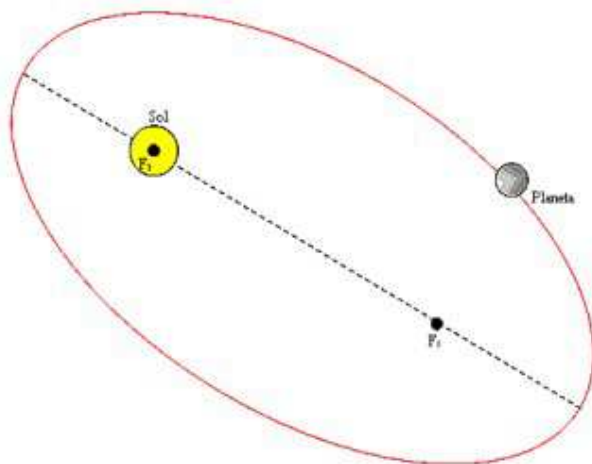


Figura 36: Representação de uma órbita elíptica de um planeta hipotético. Fonte: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/GrafitacaoUniversal/lk.php> (Acesso em: 08/02/2012)

Os planetas descrevem órbitas elípticas em torno do Sol, que ocupa um dos focos da elipse. É importante observar que na figura acima a excentricidade - um parâmetro relacionado a quão alongada é uma elipse - está extremamente exagerada. A excentricidade de uma elipse varia entre os valores 0 e 1. Uma elipse de excentricidade 0 é um círculo perfeito.

A análise da Tabela 3 e da Figura 37 permite obter uma noção do quanto as órbitas planetárias se aproximam de círculos. Na Figura 31, o ponto à direita representa o foco da elipse ocupado pelo Sol, enquanto o ponto à esquerda representa o centro da elipse.

Tabela 3: Excentricidade dos Planetas e de Plutão

Planeta	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno	Plutão
e	0,2	0,07	0,02	0,09	0,05	0,06	0,05	0,01	0,25

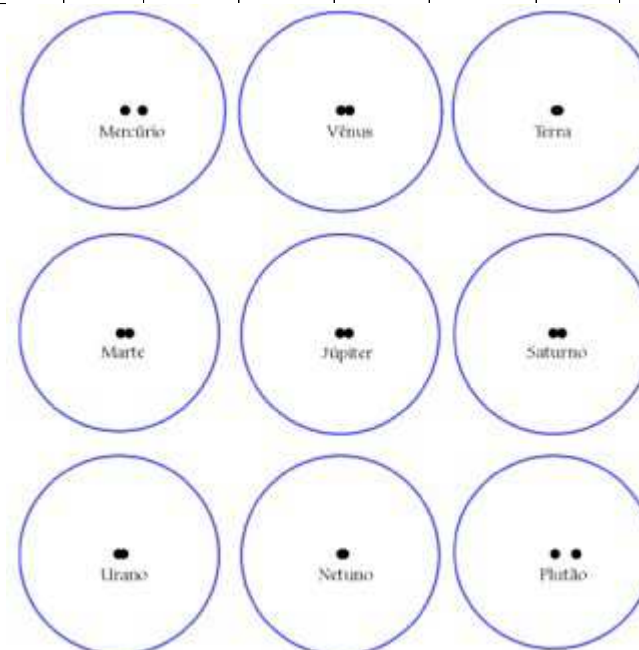


Figura 37: As elipses acima são representações das órbitas dos planetas. A excentricidade de cada elipse corresponde à excentricidade real das órbitas planetárias. Fonte: Canalle, J.B.G. O Problema do Ensino da órbita da Terra. Física na Escola, v.4 n. 2, p.14. 2003. <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a06.pdf> (acessado em 17/02/2012)

Além de compreender que tipo de trajetória os planetas descrevem ao redor do Sol, Kepler também descreveu de maneira precisa como a velocidade dos planetas varia durante o movimento de translação.

Segunda Lei de Kepler – Lei das Áreas

A linha que une o planeta ao Sol varre áreas iguais em intervalos de tempos iguais.

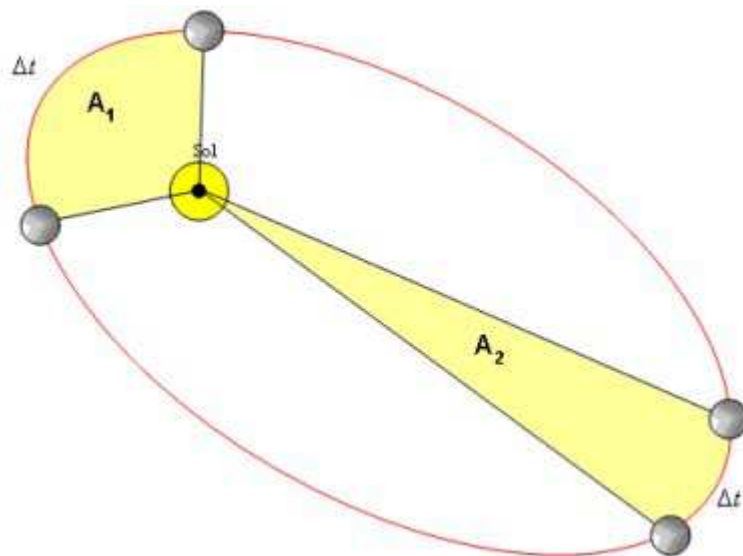


Figura 38: Representação da Segunda Lei de Kepler. As regiões em amarelo possuem a mesma área e o tempo gasto para a linha que une o planeta ao Sol "varrer-las" é o mesmo.

Fonte:

<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/GravitacaoUniv/ersal/lk.php> (Acesso em: 08/02/2012)

Na Figura 38 estão destacadas em amarelo as regiões A1 e A2. Apesar de terem formatos diferentes, as duas regiões possuem a mesma área. O intervalo de tempo, Δt , que a linha imaginária que liga o planeta ao Sol levou para "varrer" A1 e A2 é o mesmo. Quando o planeta está distante do Sol a forma da área é comprida e fina, quando o planeta está próximo ao Sol a forma da área é curta e atarracada.

Uma consequência fundamental da Segunda Lei de Kepler é que **a**

velocidade de um planeta varia conforme ele translada ao redor do Sol, sendo menor quando o planeta está no ponto mais distante do Sol (afélio) e maior quando o planeta está no ponto mais próximo do Sol (periélio). O valor mínimo da velocidade atingida pela Terra durante o movimento de translação é de 29,3 km/s e o valor máximo de velocidade, 30,3 km/s. A velocidade média de translação da Terra é de 29,8 km/s. O valor de velocidade mínimo é atingido no **afélio**, quando a Terra se encontra a distância máxima do Sol, 152,1 milhões de quilômetros. Já o valor de velocidade máximo da Terra é atingida no **periélio**, quando a Terra se encontra a menor distância do Sol, 147,1 milhões de quilômetros.

A primeira e a segunda leis de Kepler foram publicadas em 1609. Kepler levou mais de nove anos para chegar à sua terceira lei do movimento planetário, que relaciona o tamanho da órbita de um planeta com a velocidade média com que ele viaja ao redor do Sol.

Terceira Lei de Kepler - Lei dos Períodos

O quociente entre o quadrado do período orbital e o cubo da distância média do planeta ao Sol é igual a uma constante **k**, que se mantém a mesma para todos os planetas. O período de translação de um determinado planeta é o tempo que o planeta leva para completar uma volta em torno do Sol, este período está intimamente relacionado com o tamanho da **órbita do planeta** e com o valor da sua **velocidade média**. A análise da Tabela 4 revela como o período de translação (T) de um determinado planeta está relacionado com a sua distância média ao Sol (a).

O tamanho da órbita de um planeta é determinado pela sua distância média ao Sol (a). Quanto maior a distância média do planeta ao Sol, maior a sua órbita e, portanto, maior é o seu período de revolução. Podemos inferir da última coluna da tabela acima que **a velocidade média de um planeta é menor, quanto mais distante do Sol ele se encontra**. Isso leva a crer que o Sol exerce certo tipo de influência no movimento dos planetas, que é maior quanto menor a distância do planeta ao Sol.

Tabela 4: Características das órbitas dos planetas

Planeta	Distância média (a)	Período de translação (T)	Velocidade média
Mercúrio	0,39 UA*	88,0 dias	47,9 km/s
Vênus	0,72 UA	224,7 dias	35,0 km/s
Terra	1,00 UA	1,00 anos	29,8 km/s
Marte	1,52 UA	1,88 anos	24,1 km/s
Júpiter	5,20 UA	11,86 anos	13,1 km/s
Saturno	9,54 UA	29,46 anos	9,6 km/s
Urano	19,18 UA	84,02 anos	6,8 km/s
Netuno	30,06 UA	164,77 anos	5,4 km/s

* a sigla o UA significa "Unidade Astronômica" e corresponde à distância média entre o Sol e a Terra, 149,6 milhões de quilômetros (aproximadamente 150 milhões de quilômetros).

Outras aplicações para as Leis de Kepler

As Leis de Kepler não regem apenas o movimento dos planetas, elas descrevem também o movimento de espaçonaves que mandamos aos planetas, de satélites que colocamos a transladar em torno da Terra, de estrelas binárias e a rotação de galáxias distantes. Na próxima atividade você terá a oportunidade de entender o movimento de naves espaciais que são lançadas para outros planetas.



Figura 39: Esta fotografia foi feita pela sonda Mars Express em 2005. Ela mostra uma cratera de aproximadamente 35 km de diâmetro e 2 km de profundidade com uma região coberta por gelo.

Fonte:

http://www.esa.int/SPECIALS/Mars_Express/SEMGKA808BE_0.html

(Acesso em: 08/02/2012)

Bibliografia

Os dados referentes aos planetas apresentados na apostila foram retirados dos seguintes sítios eletrônicos:

<http://www.astro.uu.nl/> (Acessado em 17/02/2012)

<http://objeto-m42.spaces.live.com/blog/cns!A98D258848F55A86!2644.entry> (acessado em 17/02/2012)

Atividade 11: Viagem Interplanetária

É importante saber antes de começar...

1) A relação entre a distância média e o semieixo maior da elipse

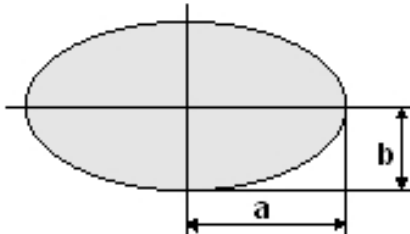


Figura 40: A distância média de um planeta ao Sol é igual ao semieixo maior da elipse (a).

Quando um planeta descreve uma órbita elíptica ao redor do Sol sua distância ao astro-rei varia constantemente. A distância média do planeta ao Sol é igual ao semieixo maior de sua órbita (a).

2) O valor de K

A expressão matemática que descreve a Terceira Lei de Kepler é:

$$\frac{T^2}{a^3} = K, \text{ onde } T \text{ é o período de translação do planeta e } a \text{ é a}$$

distância média do planeta ao Sol ou o semieixo maior da sua órbita elíptica.

O valor da **constante k** é o mesmo para todos os planetas. Vamos calcular essa constante tomando a Terra como referência e utilizando como unidades o "ano" para o tempo e a "Unidade Astronômica" para a distância.

$$T = 1 \text{ ano} \quad T^2 = 1 \text{ ano} \cdot 1 \text{ ano} = 1 \text{ ano}^2$$

$$a = 1 \text{ UA} \quad a^3 = 1 \text{ UA} \cdot 1 \text{ UA} \cdot 1 \text{ UA} = 1 \text{ UA}^3$$

$$K = \frac{T^2}{a^3} \quad k = \frac{T^2}{a^3} = \frac{1 \text{ ano}^2}{1 \text{ UA}^3} = 1 \text{ ano}^2 / \text{UA}^3$$

$$k = 1 \text{ ano}^2 / \text{UA}^3$$

3) A órbita da nave enviada é uma elipse com o Sol em um dos focos.

Imagine que você fará parte de uma missão tripulada para Marte. Quanto tempo a viagem até Marte vai durar? Quando a missão deve partir da Terra para atingir o planeta vermelho?

Órbitas e Períodos Planetários

11.1) A distância do periélio da Terra é de 0,98 UA e do afélio é de 1,02 UA. Calcule o semieixo maior (a) da órbita da Terra (exemplo).

$$a = \frac{d_{\text{afélio}} + d_{\text{periélio}}}{2}$$

$$a = \frac{0,98 + 1,02}{2}$$

$$a = 1 \text{ UA}$$

11.2) Calcule o semieixo maior (a) da órbita de Marte sabendo que a distância do periélio de Marte é 1,38 UA e a distância do afélio é 1,66 UA.

11.3) Calcule o período de translação de Marte em anos terrestres.
Dica: utilize a Terceira Lei de Kepler.

11.4) Qual é a distância do periélio do foguete (exemplo)?

Devido à baixa excentricidade da órbita da Terra, podemos considerá-la como circular. A distância do periélio do foguete coincide com a órbita da Terra, que nesse caso é 1 UA.

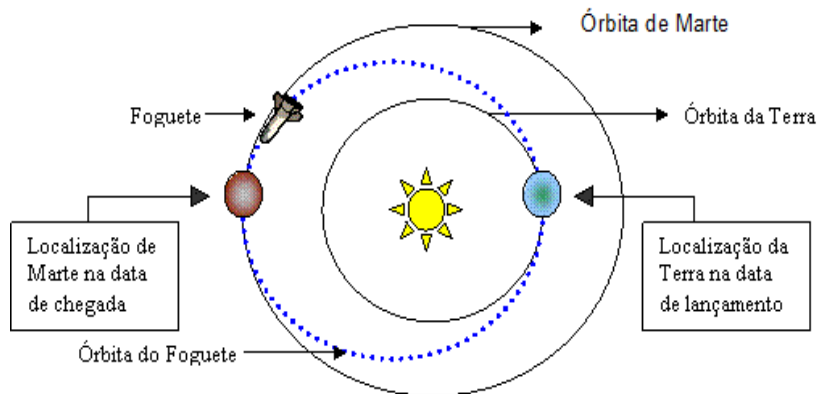
11.5) Qual é a distância do afélio do foguete?

Transferência de Órbitas

A órbita da nave tripulada que será enviada para Marte também será elíptica, tendo o periélio na órbita da Terra e o afélio na órbita de Marte. Fazer a viagem utilizando essa configuração leva ao menor consumo de energia, ou seja, gasta menos combustível. Nós vamos tentar lançar nosso foguete para que ele alcance Marte quando este estiver no periélio de sua órbita.

11.6) Calcule o semieixo maior da órbita do foguete.

11.7) Calcule o período do foguete em anos terrestres.



11.8) Quanto tempo em dias levaremos para chegar em Marte? (Dica: para chegar à Marte levaremos metade do período de translação do foguete.)

Figura 41: A órbita da missão é uma elipse e tem como periélio a órbita da Terra e como afélio a órbita de Marte. A posição de Marte na data da chegada da nave é diametralmente oposta à posição da Terra na data do lançamento da nave. Tanto Marte quanto a Terra continuam seu movimento orbital durante a "viagem" da nave espacial, que deve pousar em solo marciano, quando Marte está em seu periélio.

Comunicação com a Terra

11.9) Depois de partirmos, nós vamos necessitar manter a comunicação com a Terra. Imagine que já atingimos a superfície de Marte há algum tempo e que Marte está na máxima distância da Terra, que é de 2,66 UA . Sabendo que 1 UA corresponde a aproximadamente 150 000 000 km e que nossas ondas de rádio viajam com uma velocidade de 300 000 km/s, quanto tempo nossa mensagem de rádio levará para chegar à Terra?

11.10) Se nós estivermos tentando manter uma conversa com a Terra, qual o mínimo tempo que teríamos que esperar para ouvir a resposta para uma pergunta fácil feita a alguém?

Bibliografia

Esta atividade foi adaptada de:

Ferguson, Dale C. *Interplanetary Travel*, em *Introductory Astronomy Exercises*, 1990. Tradução por Adriana Richit e Mauri Luis Tomkelski.

Disponível em:

http://www.if.ufrgs.br/mpef/mef008/trabalhos_03/viagem_interplanetaria.htm .

(acessado em 17/02/2012)

Lançamento e Órbita da *Mars Express*

A Figura 42 mostra a trajetória realizada pela sonda espacial *Mars Express* em 2003. A sonda passou entre a Terra e Marte no momento em que os dois planetas estavam em seu maior ponto de aproximação em 60 000 anos.

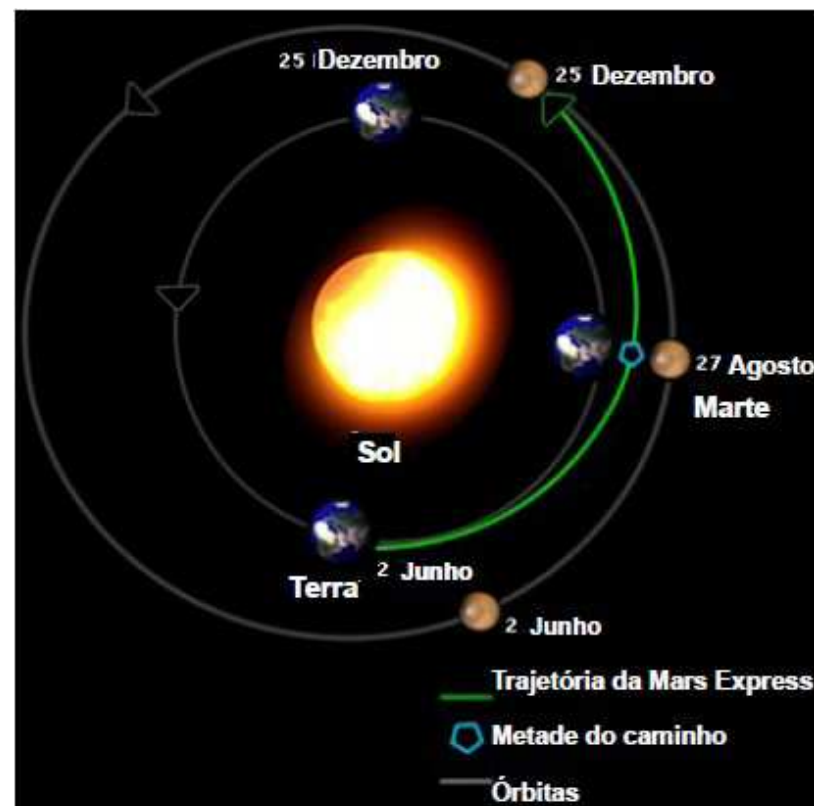


Figura 42: Trajetória da *Mars Express*. Figura retirada e adaptada de http://www.esa.int/SPECIALS/Mars_Express/SEMNS75V9ED_1.h%20tm (acessado em 17/02/2012)

Atividade 12: Quais fatores influenciam na intensidade da Força Gravitacional?

Ideias Prévias

12.1) Leia a tirinha abaixo:



Figura 43: Tirinha do Menino Maluquinho. Fonte:

http://www.ensinodefisica.net/1_THs/molduras/index_ths.htm

(acessado em 17/02/2012)

(a) O que impediu que o menino maluquinho levantasse voo?

(b) Observe a demonstração da educadora (jogar uma bolinha para o alto). O que aconteceu?

(c) Quais fatores influenciam na intensidade da força gravitacional em uma situação como essa?

(d) Qual seria a diferença do movimento da bolinha se nós repetíssemos essa demonstração na superfície da Lua?

Peso x Massa

A força gravitacional é um dos quatro tipos de força existentes no Universo. Para entendermos o que significa força no contexto da Física, vamos analisar as seguintes situações:

- se um objeto estiver em repouso, para pô-lo em movimento é necessário "alguma coisa" agir sobre ele.
- se a velocidade de um objeto aumenta é porque "alguma coisa" age sobre ele.
- se a velocidade de um corpo diminui é porque "alguma coisa" age sobre ele.
- se a velocidade de um corpo muda de direção é porque "alguma coisa" age sobre ele.

A essa "alguma coisa" capaz de por em movimento um corpo que está em repouso ou capaz de modificar de alguma forma a sua velocidade, é que Newton denominou força.

A força, assim como as demais grandezas físicas, possui uma unidade; ela é medida em **Newtons (N)**. Em todo objeto presente na superfície terrestre age uma **força gravitacional**, também chamada de **força peso** ou **peso**. Comumente, em nossa vida cotidiana, os termos peso e massa são utilizados com o mesmo significado, mas na **Física peso e massa são grandezas diferentes!**

Peso é diferente de massa!

A **massa** pode ser definida como a medida da quantidade de matéria que um corpo possui. Porém, essa definição é um pouco incompleta para o estudo dos movimentos. O termo massa é melhor definido como a propriedade de objetos materiais de resistir à aceleração. **Massa é a medida da inércia de um corpo**. As unidades mais utilizadas quando medimos a massa de um corpo são o **grama (g)** e o **quilograma (Kg)**.

Já o **peso é uma força que é resultado da interação gravitacional entre pelo menos dois objetos**. O peso depende da massa dos objetos

(uma pessoa e a Terra, por exemplo), mas massa e peso não são equivalentes. O peso, assim como as demais forças, é medido em **Newtons (N)**.

Qual é a relação entre a massa de um objeto e o seu peso?

Nesta etapa, vamos entender como a força gravitacional que a Terra exerce sobre um objeto está relacionada à sua massa.

12.2) Observe o objeto suspenso pelo dinamômetro.

(a) Por que a mola se distende?

(b) O que puxa o objeto?

A força medida pelo alongamento da mola e indicada na escala do dinamômetro é a força gravitacional da Terra no objeto suspenso. Agora nós vamos determinar a relação gráfica e matemática entre a **massa do objeto suspenso** e a **força gravitacional da Terra** agindo sobre esta massa. Para isso, você e o seu grupo devem medir massa e o peso de 5 objetos diferentes.

(c) Preencha a tabela abaixo com os dados coletados.

Massa do Objeto Suspenso (kg)	Força Gravitacional da Terra no Objeto (N)

--	--

(d) Construa um gráfico indicando a relação entre a força gravitacional e a massa do objeto suspenso.



(e) O que o gráfico sugere sobre a **relação** entre **força gravitacional** e a **massa do objeto** suspenso?

(f) Escreva a equação matemática que descreve esta relação.

(g) Quanto seria a força gravitacional em uma massa de 10 kg localizada próxima à superfície da Terra?

12.3) Os astronautas **Neil Armstrong** e **Buzz Aldrin** foram os primeiros seres humanos a pisar na Lua. O vídeo a seguir mostra filmagens realizadas durante a missão Apollo 11 (1969) em que os astronautas jogam alguns objetos para cima.

Vídeo:

<http://www.youtube.com/watch?v=isVO9AAAhxM&feature=related>

(Acesso em: 08/02/2012)

(a) Qual é a diferença entre o movimento de objetos que caem na superfície da Lua e de objetos que caem na superfície da Terra?

(b) Como você explica essa diferença?

12.4) Leia a tirinha abaixo e responda: o argumento de Garfield está correto do ponto de vista científico?



Figura 44: Tirinha de Garfield que relata sobre a diferença da força gravitacional em distintos planetas.

Fonte: <http://dicasdeciencias.com/2008/06/26/garfield-saca-tudo-de-fisica>

(acessado em 17/02/2012)

Bibliografia

Atividade adaptada de *Hands On Universe, Teacher Notes: Quantifying The Force of Gravity at the Earth's Surface*. Disponível em: http://web.mac.com/carpnet/HOU_Gravitation/Unit_Overview.html

(Acesso em: 08/02/2012)

Prass, Alberto Ricardo, *O conceito de Força*. Disponível em: http://www.fisica.net/mecanicaclassica/o_conceito-de_forca.pdf

(Acesso em: 08/02/2012)

Atividade 13: Campo Gravitacional x Distância

Na atividade 10 você teve a oportunidade de estudar a força gravitacional que a Terra exerce em objetos de diferentes massas localizados próximos à superfície da Terra. **Ao medir com um dinamômetro a intensidade da força gravitacional que age sobre vários objetos de massas conhecidas, pudemos constatar que a razão entre a intensidade desta força e as respectivas massas fornece sempre o mesmo valor, aproximadamente 10 N/kg.** Este valor é identificado como a intensidade do campo gravitacional naquele local. Por exemplo, para um objeto de massa 0,5 kg, a força gravitacional medida no dinamômetro foi de aproximadamente 5 N. A razão entre força e massa é, portanto:

$$\frac{F}{m} = \frac{5}{0,5} = 10 \text{ N/Kg}$$

Para representar a intensidade do campo gravitacional em um determinado local utilizamos o símbolo g . Para a superfície da Terra, temos que:

$$g = 10 \text{ N/Kg}$$

Se considerarmos corpos de simetria esférica, como planetas e estrelas, podemos dizer que a intensidade do **campo gravitacional** em um determinado local depende da massa do corpo que produz esse campo e também da distância desse local ao centro do corpo. A figura que se segue representa, através de vetores, a intensidade do campo gravitacional em diferentes locais ao redor da Terra.

Podemos observar que todos os vetores apontam para o centro e que o tamanho de cada vetor diminui à medida que ele se distancia do centro da Terra. **Para um mesmo objeto, a força gravitacional vai diminuindo de intensidade à medida que nos afastamos da Terra, uma vez que a intensidade do campo também diminui.**

Assim como a Terra, todo corpo que tem massa também possui um campo

gravitacional que pode ser percebido por qualquer outro corpo que também tenha massa, entretanto esse campo só pode ser facilmente percebido quando um dos corpos tem massa muito grande, como é o caso dos corpos astronômicos. A Terra, por exemplo, possui massa de 6×10^{24} kg, ou seja,

6 000 000 000 000 000 000 000 000 kg.

A interação entre dois corpos, que ocorre devido à massa dos mesmos, é a chamada **força gravitacional**.

13.1) Você poderia citar exemplos de corpos que interagem gravitacionalmente?

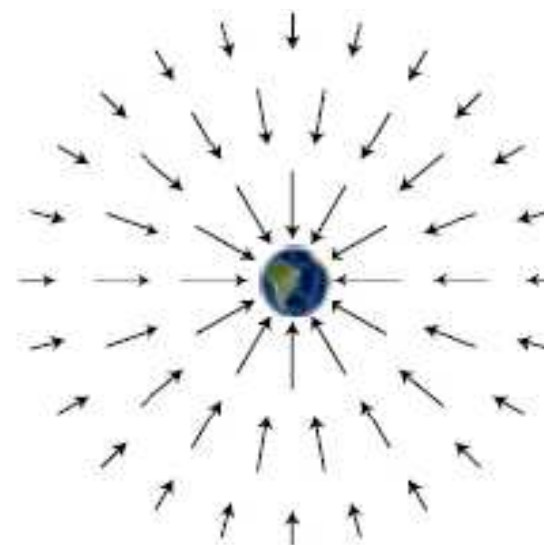


Figura 45: Representação do campo gravitacional. As setas do desenho indicam a direção e o sentido da força gravitacional sobre objetos colocados naquelas posições.

Apesar de o Sol e a Terra distarem 150 milhões de quilômetros, a Terra

“sente” a presença do Sol e o Sol “sente” a presença da Terra através do campo gravitacional criado por ambos. O conceito de campo foi estabelecido para explicar as interações a distância. Ele não se aplica apenas a gravidade, mas também pode ser utilizado para explicar como um ímã atrai alguns pregos, nesse caso o campo produzido pelo ímã é denominado de campo magnético.

Os diferentes astros do Sistema Solar produzem diferentes campos gravitacionais, já que suas massas e raios são distintos. A tabela abaixo compara os valores dos campos na superfície dos astros.

Tabela 5: Campo gravitacional na superfície dos principais astros do Sistema Solar.

Astro do Sistema Solar	Massa em relação à da Terra	Campo gravitacional (N/kg)
Sol	329 930	274
Lua	0,0012	1,6
Mercúrio	0,06	3,7
Vênus	0,82	8,9
Terra	1	9,8
Marte	0,11	3,7
Júpiter	318	24,8
Saturno	95,2	10,4
Urano	14,5	11
Netuno	17	8,7
Plutão	0,002	0,66

Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/Planets> (acessado em 17/02/2012)

Observe que apesar de a massa de Saturno ser maior que a massa de Urano, o campo gravitacional na superfície de Saturno, 10,4 N/kg, é menor do que o campo na superfície de Urano, 11 N/kg. **A massa do astro não é,**

portanto, o único determinante para conhecermos o campo gravitacional dele. Outro fator importante é a distância do local em que estamos interessados em determinar o campo ao centro do corpo que produz esse campo. Na próxima atividade você poderá entender como o campo gravitacional varia quando nos distanciamos do corpo que o produz.

Ideias prévias

13.2) Imagine o campo gravitacional produzido por uma estrela ou por um planeta. Em qual direção a influência gravitacional do astro atua?

13.3) Se você tivesse que descrever o “formato” da influência gravitacional ao redor de um planeta ou de uma estrela, como você descreveria?

13.4) Imagine que você pegue um elevador para um ponto localizado a centenas de quilômetros da superfície terrestre. Dentro do elevador existe uma balança e você permanece em cima dela durante a “viagem”. O que você perceberia quando chegasse ao topo?

Qual é a relação entre o campo gravitacional criado por um corpo de massa m e a distância d que estamos desse corpo?

Para entender o que acontece com o campo gravitacional quando ele se propaga pelo espaço, vamos compará-lo com uma fonte de luz. Para isso vamos utilizar uma lanterna, uma superfície plana e apagar as luzes.

Observações Qualitativas

13.5) Observe o movimento que a educadora faz com a lanterna (aproximar e afastar a lanterna de uma superfície). O que acontece com o formato da luz projetada na superfície?

13.6) O que acontece com o brilho da luz projetada na superfície quando a educadora move a lanterna para perto e para longe da superfície?

Agora a educadora vai remover a tampa de proteção da lanterna, dessa forma a lâmpada vai ficar descoberta.

13.7) Em que direção, a partir da lâmpada, a luz viaja?

13.8) Se você tivesse que descrever a forma da luz quando ela se afasta da lâmpada, o que você diria?

13.9) O que acontece com a intensidade da luz quando você se afasta da lâmpada?

Observações Quantitativas

Neste momento vamos realizar algumas medidas para entender como a área da superfície iluminada varia conforme a lanterna se distancia da superfície. Vale lembrar que a área de qualquer superfície circular pode ser calculada utilizando-se a expressão:

$$A = \pi \cdot r^2$$

onde **A** é a **área**, π é aproximadamente **3,14** e **r** é o **raio da superfície**. Neste momento é importante que você esteja atento e anote os dados fornecidos pela educadora e pelos alunos que vão auxiliá-la na medição. Vamos preencher a tabela a seguir, calculando a área da superfície iluminada pela lanterna quando ela se encontra a diferentes distâncias dessa superfície.

Distância da lanterna à superfície (cm)	Diâmetro da área iluminada (cm)	Raio da área iluminada (cm)	Total de área iluminada (cm ²)	Comparação (Ad/A10)
10 cm				
20 cm				
30 cm				

13.10) Assuma que a intensidade da lâmpada é a mesma nos três casos. Quantas vezes mais "fraca" é a luz quando a distância à superfície é o dobro, ou seja, quando a distância passa de 10 cm para 20 cm? Explique o seu raciocínio.

13.11) Quantas vezes mais "fraca" é a luz quando a distância até a superfície é triplicada, ou seja, quando a distância passa de 10 cm para 30 cm? Explique o seu raciocínio.

13.12) Quantas vezes mais "fraca" você acredita que a luz seria se você posicionasse a lanterna a 40 cm de distância da superfície? Explique o seu raciocínio.

Conclusões

13.13) O que você conclui a respeito de como a intensidade da luz varia com a distância à sua fonte?

13.14) Sabendo que o campo gravitacional "enfraquece" com a distância à massa que o origina da mesma maneira que a luz fica mais fraca com a distância à sua fonte, como você pode expressar a relação entre a intensidade do campo gravitacional (g) e a distância (d)?

Bibliografia

Atividade adaptada de *Hands On Universe, Teacher Notes: Exploring How Gravity Varies With Distance*. Disponível em:
http://web.mac.com/carpnet/HOU_Gravitation/Unit_Flow_Chart.html
(acessado em 17/02/2012)

Atividade 14: A importância do Sol e o seu ciclo de vida

Por que ocorrem as estações do ano?

A **energia solar**, produzida no interior do Sol, viaja cerca de 150 milhões de quilômetros até atingir a Terra. Estima-se que cerca de 40% de toda radiação incidente é refletida pelas camadas superiores da atmosfera e 60% é absorvida pela Terra provocando aquecimento da superfície terrestre, do vapor d'água e da poeira existente nas camadas inferiores da atmosfera e também das gotículas de água presentes nas nuvens. A quantidade de calor absorvida pela Terra não é distribuída uniformemente. Esse aquecimento não uniforme da Terra, dentre outros fatores, é responsável pela formação dos ventos e das correntes marítimas, assim como pela diferença de temperatura e clima nas regiões planetárias.

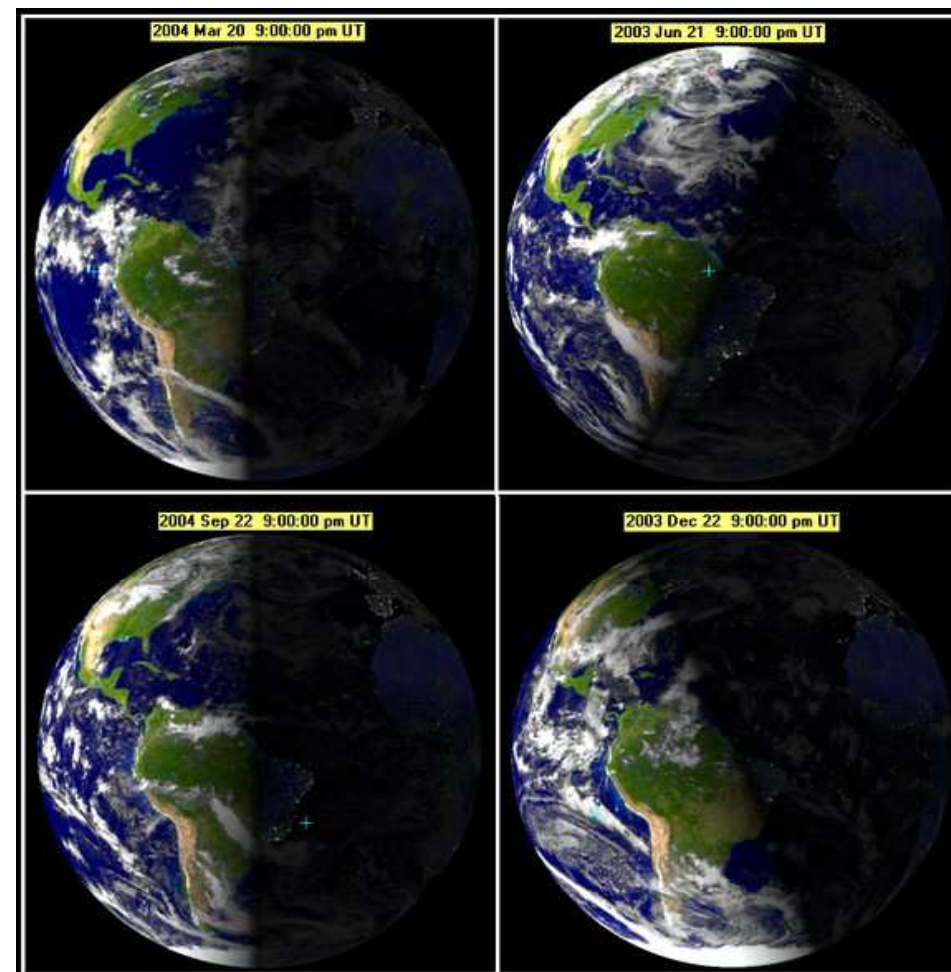


Figura 46: A figura ilustra a Terra quando ela atinge as posições de equinócio (à esquerda) e, as posições de solstício (à direita).

Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Seasonearth.png>. (Acesso em: 08/02/2012)

A face da Terra voltada para o Sol está absorvendo e emitindo radiação,

enquanto a outra face está apenas emitindo. Devido ao movimento de rotação terrestre, as faces se alternam e no período de 1 dia toda a superfície da Terra é iluminada. Um fator condicionante no aquecimento terrestre desigual é a **inclinação de 23,4°** do eixo de rotação da Terra com relação à perpendicular ao plano de sua órbita. **A inclinação do eixo, juntamente com o movimento de translação da Terra, faz com que o aquecimento de uma determinada região seja diferente com o passar do ano, dando origem às estações do ano.** Na Figura 46 podemos observar a Terra em diferentes posições ao longo de seu movimento de translação; as fotografias mostram a iluminação da Terra no início de cada estação do ano.

O dia **20 de Março** é a data de início do **Outono** no **hemisfério sul** e data de início da **Primavera** no **hemisfério norte**, assim como, no dia **22 de Setembro** começa a **Primavera** no **hemisfério sul** e o **Outono** no **hemisfério norte**.

Essas datas são denominadas de **equinócio** e não são fixas, podendo ocorrer também nos dias 21 de Março e 23 de Setembro. Aqui no hemisfério sul, temos o equinócio de primavera em Setembro e o equinócio de outono em Março. A palavra equinócio vem do latim, *aequus* (igual) e *nox* (noite), e significa "noites iguais". **Nesses dias todas as regiões da Terra possuem exatamente 12 horas de dia e 12 horas de noite.** É também nessas datas que os raios solares chegam perpendiculares à região equatorial, ou seja, o Sol passa exatamente em cima da cabeça dos moradores de cidades localizadas em cima da linha do Equador.

Ao contrário do que acontece nos equinócios, nas datas 21 de Junho e 22 de Dezembro, as noites não têm a mesma duração. No dia 21 de Junho o polo sul tem 24 horas de noite e o polo norte, 24 horas de dia. As noites são mais longas em todo o hemisfério sul e mais curtas em todo o hemisfério norte, sendo iguais apenas para regiões localizadas na linha do equador. É o início no nosso inverno e do verão nas regiões do hemisfério norte. As datas que marcam o início do inverno e o início do verão são denominadas **solstício**.

Essa diferença na duração das noites e dos dias, causa das estações do ano, só acontece devido à inclinação do eixo terrestre. Se o eixo não fosse inclinado, todos os dias e noites em qualquer região da

Terra teriam a duração de 12 horas.

14.1) Observe a demonstração feita pela educadora e responda: Por que ocorrem as estações do ano?

Curiosidade

A distância da Terra até o Sol é variável, sendo no máximo 152 milhões de quilômetros e no mínimo 147 milhões de quilômetros. **A diferença de 5 milhões de quilômetros é pequena quando comparada à distância total Terra-Sol e não tem influência no fenômeno das estações do ano.**

Urano, um caso especial

A característica mais notável de Urano é a inclinação de seu eixo de rotação que é de quase 90°, Urano é um planeta que percorre sua órbita "deitado". Tal inclinação faz com que o planeta receba mais calor em seus polos do que no equador durante todo o ano. Além disso, em Urano, o período entre uma estação e outra é muito grande já que um ano desse planeta corresponde a 84 anos terrestres.

De onde vem a energia fornecida pelo Sol?

O Sol é um grande fornalha nuclear capaz de fornecer para a Terra uma energia equivalente à explosão de quatro milhões de bombas de Hiroxima a cada segundo. Para explicar a produção de calor pelo Sol, Helmholtz sugeriu que a matéria da superfície do Sol seria puxada pela força gravitacional até o seu centro, e nesse processo a energia gravitacional seria convertida em energia térmica. Tal teoria previa que o Sol poderia existir com a luminosidade atual por cerca de 30 milhões de anos. Como existem rochas na Terra, na Lua e em asteroides datadas com uma idade de 4,56 bilhões de anos, este não poderia ser o processo de geração

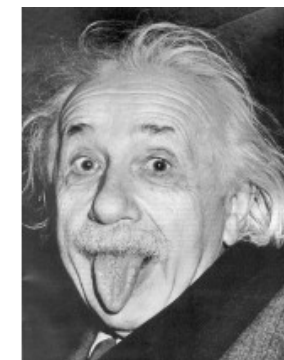


Figura 47: Fotografia de Albert Einstein. <http://ateneulondrina.com.br/quem-foi-albert-einstein.html/>. (cessado em 17/12/2012)

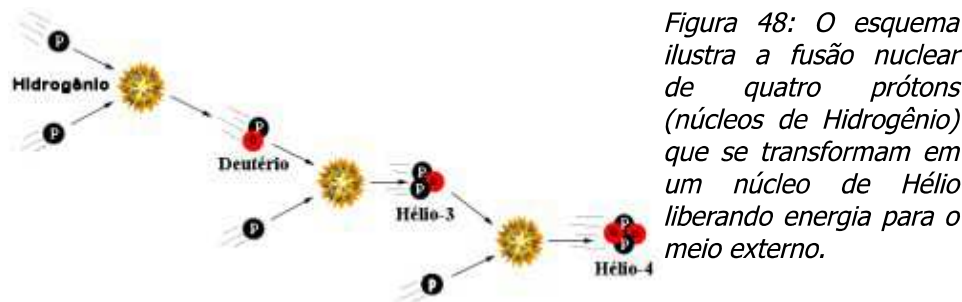
da energia do Sol.

A elaboração da **teoria da relatividade especial** foi fundamental para entender a produção de calor no Sol. A famosa equação de Einstein,

$$E = m.c^2 ,$$

descreve que **a massa (m) pode ser transformada em energia (E)**, dessa forma o Sol poderia utilizar sua própria massa para produzir energia, possuindo massa suficiente para existir por até 10 bilhões de anos.

Analisando o espectro eletromagnético do Sol, os cientistas perceberam que a nossa estrela é constituída basicamente por **Hidrogênio**, mas contém traços consideráveis de **Hélio**. **Em 1938, Hans Bethe mostrou como quatro núcleos de Hidrogênio poderiam ser fundidos em um núcleo de Hélio, liberando energia. Esse é o processo responsável pela geração da energia nas estrelas durante quase toda a vida delas.** O esquema abaixo mostra como ocorre a fusão nuclear. Na fusão nuclear ocorre a transformação de massa em energia, visto que a massa do Hélio é 0,7% menor do que a massa dos quatro núcleos de Hidrogênio que se fundiram.



Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/estrelas/node10.htm> (acessado em 17/02/2012)

A história de uma estrela diferente do Sol

Para saber como o Sol se formou e qual será o seu fim os astrônomos procuram observar estrelas em seus diferentes estágios de vida. O primeiro registro que deu pistas aos astrônomos sobre o ciclo de vida das estrelas foi feito por chineses em 1054. **Eles presenciaram o aparecimento de um ponto muito luminoso no céu e o descreveram como sendo tão brilhante quanto a Lua Cheia.** O seu brilho era tão intenso que foi possível vê-la até mesmo de dia por pelo menos um mês. A estrela se

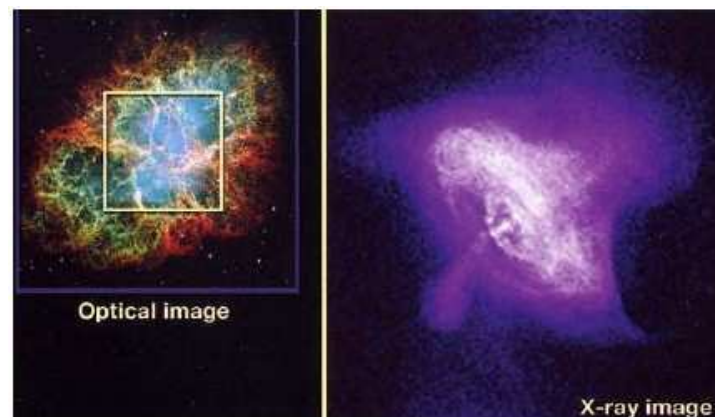


Figura 49: A figura da esquerda foi feita no espectro do visível pelo telescópio Hubble. A nuvem de gás e poeira não permite que visualizemos o que há em seu interior. A imagem da direita foi feita em raios-X pelo Observatório Chandra e permite que observemos o pulsar em seu centro. Fonte: http://nightsky.jpl.nasa.gov/download-redirect.cfm?Doc_ID=310&Doc_Filename=11IYADiscoveryGuide.pdf&InfoLogged=1&Anon=0. (Acesso em: 08/02/2012).

manteve visível no céu noturno por um ano até desaparecer totalmente de vista.

Depois de mais de 700 anos, Charles Messier, enquanto procurava cometas, encontrou um objeto interessante na mesma região que os chineses haviam visto a estrela e listou o achado em seu catálogo, publicado em 1774. Setenta anos mais tarde, o astrônomo Lord Rosse utilizou o maior telescópio da época para observar o estranho objeto catalogado por Messier. O objeto era constituído de filamentos brilhantes de gás e poeira, e foi denominado de **Nebulosa do Caranguejo** porque sua estrutura filamentosa lembrava as pernas de um crustáceo. Hoje em dia sabemos que a Nebulosa do Caranguejo é formada por restos brilhantes de uma estrela, com massa dez vezes maior que a massa solar, que chegou ao final de sua vida, explodindo em uma supernova.

O gás da nebulosa é formado pelas camadas exteriores da estrela que foram expelidas durante a explosão e atravessaram o meio interestelar a milhares de quilômetros por hora. As cores do filamento e das regiões exteriores da filmagem do Hubble, feita em luz do espectro visível, representam os elementos oxigênio e enxofre. Eles foram criados na estrela durante a sua vida e expelidos por essa morte explosiva.



Figura 50: O Sol não se expande nem se contrai, cada força em seu interior é contrabalanceada pela pressão interna do gás.

Fonte:

http://www.if.ufrgs.br/oei/stars/struct/struct_st.htm (Acessado em 17/02/2012)

O desenvolvimento de telescópios que detectam outros comprimentos de onda da luz, como ondas de rádio e raios-X, permitiu aos astrônomos ver detalhes na Nebulosa do Caranguejo que não podem ser vistos com a luz visível. Em 1968, eles detectaram uma estrela de nêutrons – o núcleo denso e compacto da estrela que explodiu – girando rapidamente no centro da nebulosa. Com apenas 10 quilômetros de diâmetro, a estrela de nêutrons caberia dentro de uma cidade pequena. Os astrônomos observaram explosões de ondas de rádio que se repetiam 30 vezes a cada segundo e a denominaram pulsares. Essas explosões de onda de rádio formam dois feixes intensos de luz que varrem o espaço em diversas direções, fazendo parecer que a estrela está acendendo e apagando.

O **Pulsar do Caranguejo** foi o primeiro pulsar descoberto. Devido à sua proximidade com a Terra e à emissão de luz em diferentes comprimentos de onda, talvez o pulsar do caranguejo seja um dos objetos mais estudados do espaço. Ele tem revelado detalhes importantes sobre o final da vida de estrelas massivas. Provavelmente, os elementos formados durante a explosão da supernova serão reciclados formando nuvens de gás e se tornando parte da próxima geração de estrelas.

O fim de cada estrela depende de sua massa e da rapidez com que a estrela queima seu combustível. Todas as estrelas estáveis possuem um equilíbrio entre a força gravitacional, que puxa para dentro, e a força de pressão que empurra para fora.

Quando acontece um desequilíbrio entre essas duas forças, a estrela muda de fase seguindo o seu ciclo de vida. Na próxima atividade, você poderá descobrir qual é o destino do Sol.

Bibliografia

Texto adaptado de "The Crab Nebula (M1)", da página <http://www.astrosociety.org/iyaguides.html> (acessado em 17/02/2012).

começa a fusão do Hidrogênio em elementos mais pesados em seu núcleo. Inicia-se assim a vida da estrela.

As tabelas 6 e 7 apresentam as principais fases de uma estrela e as suas características. A Tabela 6 mostra quais são os estágios de vida de uma estrela que tem a massa próxima à massa solar, já a Tabela 7 apresenta os estágios de vida de uma estrela com massa muito maior do que a do Sol.

Atividade 15: O que vai acontecer com o Sol?

O que é uma **gigante vermelha**? O que é uma **anã branca**? E uma **supernova**? Siga as setas no diagrama e descubra as fases da vida de uma estrela pequena como o Sol, em comparação com as fases da vida de uma **estrela massiva** (estrelas com 8 a 10 vezes a massa do nosso Sol). Estrelas de todos os tamanhos nascem de uma **nuvem de gás e poeira** (a nebulosa de formação de estrelas). Quando a protoestrela é comprimida pela força da gravidade e seu núcleo fica quente o suficiente, o astro

Tabela 6: Estágio de Vida de uma Estrela como o Sol

Sequência Principal	A estrela se mantém estável por bilhões de anos queimando Hidrogênio em seu núcleo.
Gigante Vermelha	Depois de vários bilhões de anos a estrela termina com boa parte do Hidrogênio e continua realizando a fusão, agora com o Hélio.

Nebulosa Planetária	Nesse ponto, a estrela passa por uma fase instável, onde ela começa a perder a sua atmosfera exterior formando uma nebulosa planetária que se distribui em torno da estrela. No diagrama, a partir desse ponto o ciclo continua ou volta ao estágio inicial. No primeiro caso, a estrela evolui para uma anã branca e, no segundo caso, o gás expelido é incorporado ao meio interestelar e participa da formação de novas estrelas. Esse ciclo representa a reciclagem dos elementos criados nas estrelas que voltam para o meio interestelar para fornecer material para fazer novas estrelas.
Anã Branca	O núcleo restante da estrela esfria fazendo com que ela se contraia e vire uma anã branca que não mais gera energia por fusão termonuclear.

Supergigante Vermelha	Depois de vários milhões de anos queimando o Hidrogênio de seu núcleo, a estrela transforma-se em uma supergigante vermelha. A estrela continua a fundir átomos em elementos mais pesados dentro de seu núcleo, tão pesados que o núcleo passa a se encher de Ferro. Como o processo de fusão para no Ferro, o término da queima faz força de pressão diminuir abruptamente e o núcleo colapsa sob a ação da força gravitacional.
Supernova	Uma onda de choque explosiva e a energia gerada pelo colapso do núcleo começam a se mover para o exterior da estrela aquecendo as camadas adjacentes da estrela e BOOM. A maior parte da estrela é expelida para o espaço na forma de uma explosão denominada supernova. No diagrama, o ciclo de vida continua a partir da supernova de volta para a nuvem de gás e poeira. Isso representa a reciclagem dos elementos pesados, criados na estrela e durante a explosão da supernova, que são reutilizados para formar novas estrelas - e os planetas.
Estrela de Nêutrons ou Buraco Negro	Após a explosão, o núcleo remanescente da estrela se transforma em uma estrela de nêutrons ou, se o núcleo possui massa maior que três vezes a massa do Sol, ele se transforma em um buraco negro.

13.1) A partir na análise das Tabelas 6 e 7 e da Figura 51, escreva um pequeno texto que aborde a origem, vida e destino do Sol. Procure utilizar suas próprias palavras e ideias para expressar como será a evolução do Sol.

Tabela 7: Estágios na Vida de uma Estrela Massiva

Sequência Principal	A estrela se mantém estável por milhões de anos queimando Hidrogênio em seu núcleo.
----------------------------	---



Figura 51: O esquema ilustra os diferentes estágios de evolução estelar. O ciclo da esquerda mostra como as estrelas com massa próxima a massa solar evoluem, enquanto o ciclo da direita mostra a evolução de estrelas muito mais massivas do que o Sol. Esses ciclos evolutivos são característicos de estrelas isoladas (não binárias).

Fonte: <http://imagine.gsfc.nasa.gov/> (Acesso em: 08/02/2012)

Bibliografia

http://www.nasa.gov/audience/forstudents/9-12/features/stellar_evol_feat_912.html (acessado em 17/02/2012)