

versão preliminar

leituras de
física

GRAF

MECÂNICA

para ler, fazer e pensar

27 a 34

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| 27. O "mapa" do Universo | 31. O sistema solar |
| 28. Quem falou que a Terra é redonda? | 32. A gravidade da gravidade |
| 29. Construa seu relógio de Sol | 33. Evolução estelar |
| 30. A Lua e a Terra | 34. O Universo não é tudo? |

Leituras de Física é uma publicação do

GRAF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física Instituto de Física da USP

EQUIPE DE ELABORAÇÃO DAS LEITURAS DE FÍSICA

Anna Cecília Copelli
Carlos Toscano
Dorival Rodrigues Teixeira
Isilda Sampaio Silva
Jairo Alves Pereira
João Martins
Luís Carlos de Menezes (coordenador)
Luís Paulo de Carvalho Piassi
Suely Baldin Pelaes
Wilton da Silva Dias
Yassuko Hosoume (coordenadora)

ILUSTRAÇÕES:

Fernando Chuí de Menezes
Mário Kano

**GRAF - Instituto de Física da USP
rua do Matão, travessa R, 187
Edifício Principal, Ala 2, sala 305
05508-900 São Paulo - SP
fone: (011) 818-7011 fax:(011) 818-7057**

financiamento e apoio:

Convênio USP/MEC-FNDE

Sub-programa de educação para as Ciências (CAPES-MEC)

FAPESP / MEC - Programa Pró-Ciência

Secretaria da Educação do Estado de São Paulo - CENP

A reprodução deste material é permitida, desde que observadas as seguintes condições:

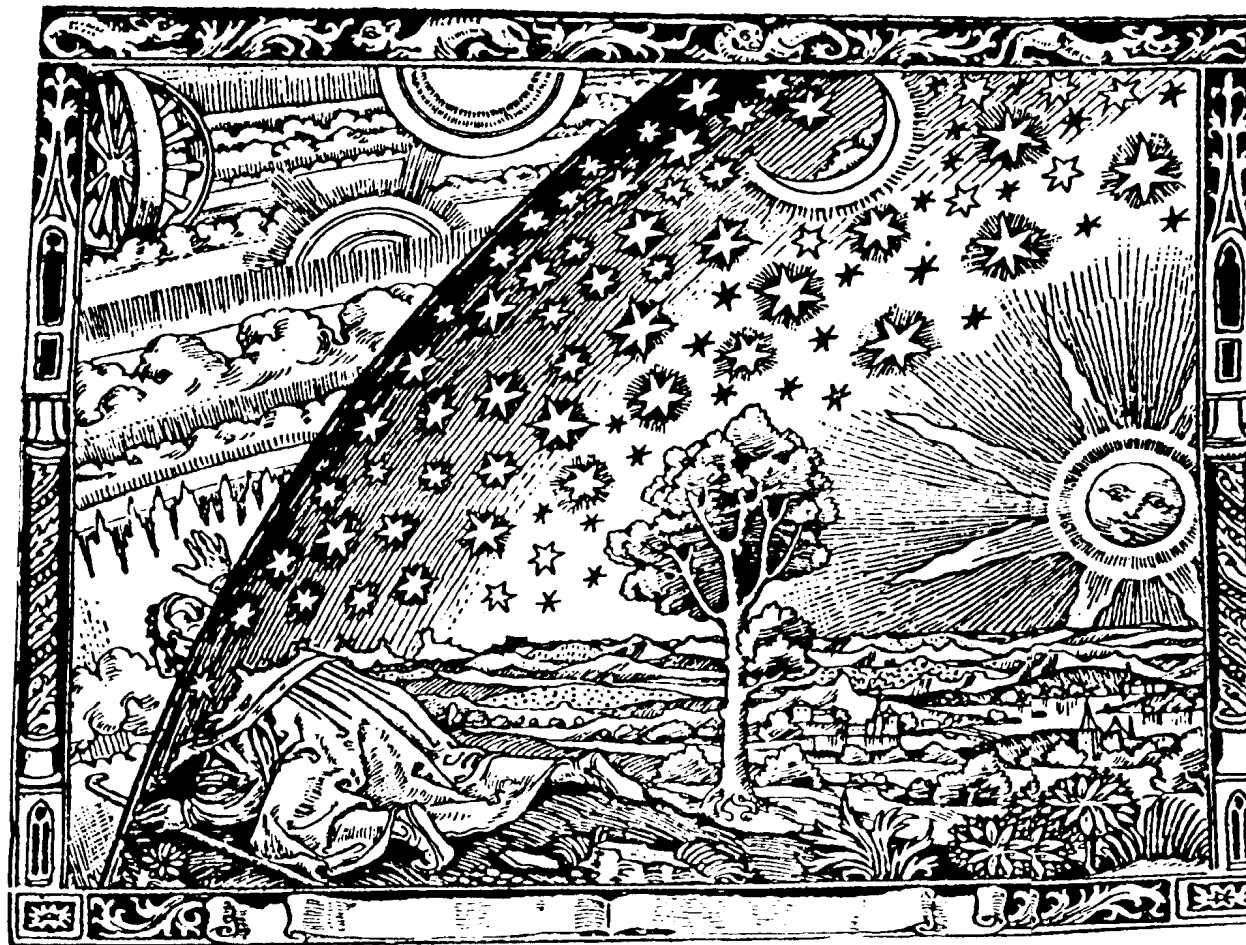
- 1. Esta página deve estar presente em todas as cópias impressas ou eletrônicas.**
- 2. Nenhuma alteração, exclusão ou acréscimo de qualquer espécie podem ser efetuados no material.**
- 3. As cópias impressas ou eletrônicas não podem ser utilizadas com fins comerciais de qualquer espécie.**

junho de 1998

— 27 —

O "mapa" do Universo

Olhe para o céu e tente
imaginar como são todas
aquelas coisas que você
vê e também as que não
vê.



“Escéptico, o Peregrino na borda da Terra”

**O que essa gravura do século XVI representa para você?
Em que a sua idéia a respeito da estrutura do Universo é
diferente desse artista?**

Observe bem a gravura da página anterior. Ela representa o céu como uma grande superfície esférica dentro da qual está a Terra. Passa a idéia de que os astros (a Lua, o Sol, as estrelas) estão "colados" por dentro dessa superfície. Quando o "peregrino" consegue ver além dessa cortina, descobre um universo complexo, a que não temos acesso diretamente.

Você acha que as coisas são assim mesmo? O que você vê de "certo" e de "errado" na imagem da gravura, em

relação à imagem que você faz da Terra e do nosso Universo?



Tente fazer uma lista de tudo que você imagina que tenha no espaço. A partir dela tente construir seu próprio "mapa" do Universo.

Olhando além da "borda" da Terra

Terra-Lua

O mês do nosso calendário não existe por acaso. Ele foi criado a partir do tempo que a Lua leva para completar suas quatro fases, ou seja, para dar uma volta em torno da Terra. Esse período é de aproximadamente 29,5 dias.

Sua distância até a Terra é de 384.000 km, que equivale a 30 vezes o diâmetro do nosso planeta. Observe que alguns fusquinhas 66 já atingiram tal quilometragem. O diâmetro da Lua é de 3480 km.

O Sistema Solar

Enquanto a Lua gira em torno da Terra, a Terra gira em torno do Sol e isso leva exatamente um ano! Não é muita coincidência? Não, não e não.

Na verdade, o ano foi definido inicialmente a partir da observação do clima, ou seja, do tempo que leva para recomeçar um ciclo das estações.

Depois se começou a perceber que este ciclo estava relacionado com a posição e o trajeto do Sol no céu durante o dia, que vão mudando ao longo do ano. Percebeu-se que levava um ano para que o Sol repetisse suas mesmas posições e trajetória no céu. Esse é o efeito do movimento da Terra em torno do Sol.

Mas há mais coisas em torno do Sol do que o nosso

planetinha. Outros planetinhas, planetões, cometas, asteróides. Alguns estão pertinho do Sol, como Mercúrio: 57.900.000 km. Outros, bem mais longe, como Plutão 5.900.000.000 km. A Terra deu muita sorte: ficou na distância ideal para o surgimento da vida: 149.500.000 km. Não é tão quente quanto Mercúrio nem tão gelado quanto Plutão.

O Sol é uma estrelinha modesta: tem 1.392.530 km de diâmetro. Será que ele caberia entre a Lua e a Terra? E se a Terra fosse do tamanho de um pires de café, de que tamanho seria o Sol? E qual seria a distância da Terra ao Sol? E qual seria a distância do Sol até Plutão? Chega!!

Mais estrelas

O Sol junto com os planetinhas não vaga sozinho por aí. Você já deve ter se perguntado o que são e onde estarão essas estrelas todas que vemos no céu. A estrela mais próxima de nós está nada menos do que 4,2 anos-luz e se chama alfa centauri. Isso quer dizer que a luz dessa estrela leva 4,2 anos até chegar aqui. É pouco? Para vir do Sol até a Terra, a luz leva 8 minutos e da Lua até a Terra, leva 1 segundo. "Perto" de nós, até 16 anos-luz, há 40 estrelas. Umas muito brilhantes e visíveis, outras nem tanto. Às vezes uma estrela bem mais distante pode ser mais visível que uma mais próxima dependendo do seu brilho.

Mas que raio de diâmetro é esse?



Teste:

Se a Terra fosse do tamanho de uma moeda de 1 Real, a Lua teria o tamanho de:

Um LP do Roberto Carlos?

Um CD da Xuxa?

Uma moeda de 1 centavo?

Uma ervilha?

Um pingo no i?

Uma bactéria?

As Galáxias

As estrelas são bichos muito sociáveis: gostam de viver em grupos, como as abelhas. Imagine um enxame de abelhas girando em torno de uma colméia (centro) onde se aglomeram muitas abelhas. Uma galáxia é um aglomerado imenso de estrelas, que em geral possui na região central uma concentração maior de estrelas.

Nosso Sistema Solar e todos os bichos que você vê no céu, sem ajuda de telescópio fazem parte da Via Láctea, exceto duas simpáticas galáxias irregulares chamadas nuvens de magalhães. Via Láctea é o nome dado à galáxia em que moramos. Ela é um disco de cerca de 100 mil anos-luz de diâmetro por 1000 anos-luz de espessura, onde convivem aproximadamente 200 milhões de estrelas. O retrato falado da Via Láctea é mais ou menos esse:



O nosso Sistema Solar fica em um destes "braços" da galáxia, a 24 mil anos-luz do centro.

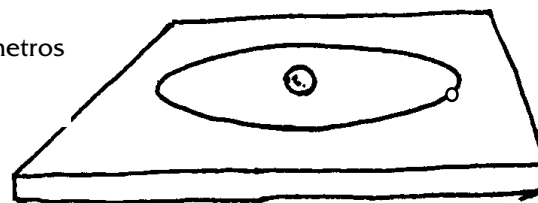
Grupos de galáxias

As galáxias, como as estrelas, também vivem em bandos. Porém, não gostam de tanta aglomeração: seus agrupamentos possuem algumas poucas galáxias. Nós habitamos o chamado "Grupo Local", que possui 20 galáxias de porte razoável. As galáxias são mais próximas umas das outras do que as estrelas. Se a Via-Láctea fosse do tamanho de uma moeda de 1 real, todo o Grupo Local estaria a menos de 1 metro. Mas se o Sol tivesse este mesmo tamanho, as estrelas próximas estariam distribuídas em um raio de 3.000 km.

Sistema Terra-Lua

Milhares de quilômetros

10^6 m



Sistema Solar

Milhões de quilômetros

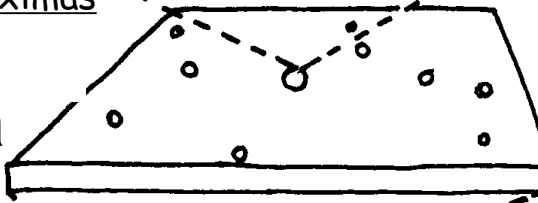
10^9 m



Estrelas Próximas

Anos-luz

10^{13} m



Nossa galáxia

Centenas de Milhares de anos-luz

10^{18} m



Grupo Local

Milhares de anos-luz

10^{19} m



Ano-luz é a distância percorrida pela luz à velocidade de 299.792.458 m/s, em um ano trópico (365, 24219878 dias solares médios) às 12 horas de Tempo das Efemérides, a 1 de Janeiro de 1900, e equivale a 9.460.528.405.500 km. Simples, não?

Na Grécia Antiga

Com certeza você já observou o céu e pode verificar que os astros estão se deslocando acima da sua cabeça, nascendo no leste e se pondo no oeste dia após dia. Pois é conhecer e entender os fenômenos astronômicos era de fundamental importância para os antigos.

Em virtude disso, os gregos que eram ótimos teóricos (eles achavam que fazer experiência era coisa para escravo) elaboraram um esquema onde todos os astros giravam ao redor da Terra.

Tudo muito bonito e certinho até que com o passar do tempo a qualidade das observações melhoraram e esse esquema tornou-se extremamente complicado para, por exemplo, descrever a posição de um planeta. Imagine que para isso eles elaboraram um modelo onde encaixavam cerca de duzentos e cinquenta e poucos círculos! Esse modelo ficou conhecido como geocentrismo, palavra que quer dizer Terra no centro (geo significa Terra em grego).

A Revolução

Lá pelo século XVI surgiu um astrônomo chamado Copérnico que achava que a natureza não podia ser tão complicada e propôs o tão conhecido e divulgado hoje em dia o Sistema Heliocêntrico, que simplesmente quer dizer que o Sol está no centro e os planetas giram ao seu redor.

A grande mudança social e intelectual da renascença e as primeiras lutas dos burgueses contra o feudalismo propiciaram a difusão da teoria heliocêntrica.

Pois é, Copérnico sugeriu mas não provou. Foi com Galileu e sua " luneta mágica" que o sistema geocêntrico teve as primeiras provas contrárias.

Galileu viu que existiam satélites girando em torno de Júpiter! É, assim como a Lua gira em torno da Terra. Verificou também que o planeta Vênus apresentava fases.

Hoje

Nessa história toda podemos perceber que a Terra saiu do centro do Universo dando lugar ao Sol.

Posteriormente verificou-se estudando o movimento das estrelas, que antes eram chamadas de fixas, que o Sol também não está no centro do Universo.

Em especial, no início do século XX, observações de aglomerados globulares indicaram que eles estavam distribuídos em torno do centro da galáxia e não em torno do Sol.

De acordo com os mapas contruídos a partir das observações verificou-se que o Sol ocupa uma posição periférica em relação ao centro da nossa galáxia que devido à mitologia recebeu o nome de Via-Láctea.

— 28 —

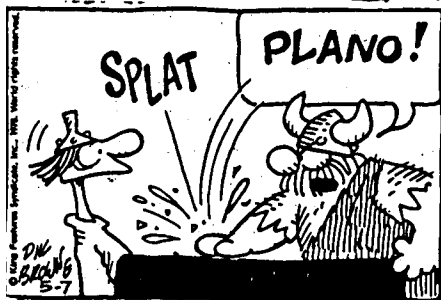
Quem falou que a Terra é redonda?

Na época de Hagar, o horrível, já tinha gente que achava que a Terra era redonda. Mas meu tio Zé não acredita. E você?

**Se a Terra é redonda, como ela fica de pé?
Resposta rápido**



O formato da Terra



HAGAR

DIK BROWNE

Todo dia ela faz tudo sempre igual

Você já parou para pensar como pode ser dia em um lugar do mundo e ser noite em outro? Por que as horas são diferentes nos vários lugares do planeta? E também já se questionou porque nos pólos faz muito frio em qualquer época do ano?

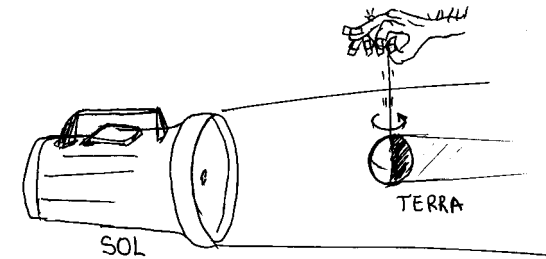
Tudo isso tem a ver com o fato de a Terra ser redonda e possuir um movimento de rotação. Você já deve ter ouvido falar da experiência onde se coloca uma bolinha em frente a uma lanterna em um quarto escuro. Tente fazer e observe que uma das faces ficará iluminada e a outra, ficará escura. É assim com a Terra e o Sol.

Como convencer alguém de que a Terra é redonda?

O primeiro a fazer isso foi um cara (filósofo) chamado Aristóteles, que percebeu que durante um eclipse a sombra da Terra na Lua apresentava-se como um arco.

Ora, coisas redondas projetam sombras redondas.

A Terra gira em torno de um eixo imaginário, chamado eixo polar. O nome é claro vem do fato dele ligar os pólos Norte e Sul. O Sol que está o tempo todo emitindo luz, hora ilumina um lado da Terra hora ilumina outro. Eis então a explicação para a existência do dia e da noite.



Com fuso horário nos entendemos sô !!!!!

É por causa da rotação da Terra que vemos o Sol e as estrelas nascerem num lado, que foi chamado de leste, e desaparecerem no lado oposto, no oeste.

Ao meio-dia o Sol passa pelo ponto mais alto do seu caminho no céu. Será que é possível ser meio-dia ao mesmo tempo no Rio de Janeiro e em João Pessoa? Analise o mapa ao lado e tente responder.

verdadeiro ocorre por volta das 11:36 h. Ou seja, o Sol passa no ponto mais alto de sua trajetória 24 minutos antes do meio-dia oficial.



RIO

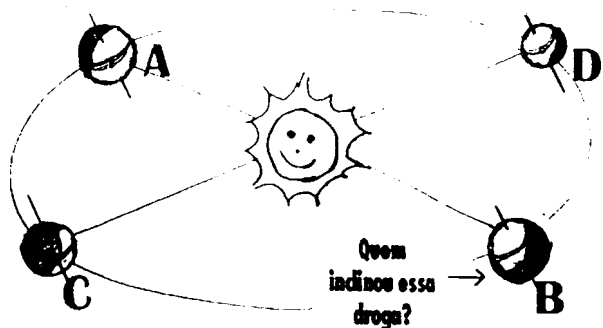
A resposta correta seria não. Verdadeiramente, o horário só seria exatamente o mesmo em cidades alinhadas na mesma vertical no mapa, como o Rio e São Luís ou Fortaleza e Salvador. Para facilitar a vida e evitar que as cidades tenham diferenças de minutos em seus horários criou-se os *fusos horários*. São faixas do planeta onde o horário oficial é o mesmo, embora o horário verdadeiro não seja. Em São Paulo, por exemplo, o meio-dia

OBRIGATÓRIO


ARRANJE IMEDIATAMENTE UM GLOBO TERRESTRE E TENDE SIMULAR O DIA E A NOITE COM UMA LÂMPADA OU COM A LUZ QUE VEM DA JANELA. VERIFIQUE EM QUE LOCAIS É DIA, NOITE E ONDE O SOL ESTARIA NASCENDO E SE PONDO. LEMBRE-SE QUE A TERRA GIRA DE OESTE PARA LESTE. FAÇA ISSO JÁ. SE VOCÊ LEU ESTA FRASE É POR QUE AINDA NÃO FOI FAZER!!! VÁ!!

..... As estações do ano


Se você pensa que é tudo bonitinho está muito enganado! O eixo da Terra está inclinado em relação à sua trajetória em torno do Sol, que chamamos de órbita. Veja:



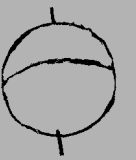
A consequência disso é que o hemisfério que estiver de frente para o Sol receberá os raios solares mais diretamente.



Na posição A, o hemisfério sul, onde habitamos, recebe luz mais diretamente do que o norte, e por isso se torna mais quente. É verão! Mas no norte é inverno.

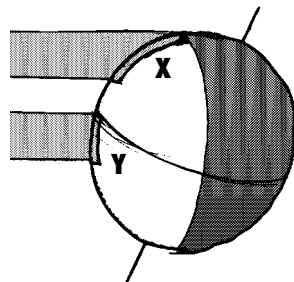


Na posição B é verão no norte, porque a situação se inverteu. É a posição B na figura acima. E o outono e a primavera? Como ficam.



Existem duas situações especiais onde os hemisférios estão igualmente de frente para o Sol e portanto são atingidos pelos raios da mesma maneira: primavera e outono. Enquanto é primavera num hemisfério é outono no outro. Ambos recebem os raios solares da mesma forma, ou seja nenhum está mais de frente para o sol.

E nos pólos o que será que acontece para ser tão frio o tempo todo?



A parte Y esquenta mais que a parte X, certo?

Podemos ver pela figura que a mesma quantidade de raios atinge as áreas X e Y.

Qual das duas vai esquentar mais? Por que?

Se chover a mesma quantidade num rio bem pequeno e num rio maior qual vai encher mais?

Pois é meu caro, eis a resposta!

Na superfície Y os raios vão se distribuir mais que na superfície X e é por isso que ela esquenta menos.

Devido a inclinação do eixo polar as regiões polares tanto sul quanto norte vão sempre receber os raios estando mais inclinadas, por isso elas esquentam menos. Além disso podemos ver através das figuras anteriores que quanto mais perto do inverno maior é a duração da noite. Isso quer dizer que o tempo em que os raios solares atingem a superfície é também menor.


Rapaz, sabia que exatamente no pólo temos seis meses de dia e seis meses de noite! Já pensou em como seria dormir uma noite no pólo???

O verão ocorre quando a Terra está mais perto do Sol?

Tem gente que pensa que as estações do ano ocorrem devido ao afastamento e à aproximação da Terra em relação ao Sol. Embora realmente a distância entre a Terra e o Sol varie um pouco durante o ano, não é essa a causa das estações. Se fosse assim não poderia ser inverno no hemisfério norte e verão no hemisfério sul ao mesmo tempo. A variação na distância da Terra ao Sol é pequena, em relação aos efeitos causados pela inclinação.

HEMISFÉRIO:
Nome bonito para as metades de uma esfera.

Quanto dura uma noite?



Gire os globos inclinados do jeito A e do jeito B. tente observar que do jeito B a noite dura mais em Porto Alegre que em A, tchê! Por quê?

MENTIRA!



Redonda, plana ou quadrada?

Hagar



Folha de São Paulo

Imagine que a Terra fosse como o modelo de Hagar, na tira acima: um cubo. A partir disso, tente descrever como seriam os dias e as noites, o por-do-sol e o crepúsculo.

Dik Browne

E se a Terra girar mais devagar?

É possível a Terra girar mais devagar, e de fato sua velocidade está variando. Há X milhões de anos, a Terra levava apenas y horas para dar uma volta em torno de si. Isso significa que os dias eram mais curtos. A velocidade de rotação da Terra continua a diminuir, mas isso ocorre tão vagorosamente que não temos condições de perceber diretamente.

Como é possível isso?

Lembre-se que não estamos sós no Universo. A Terra não é um sistema isolado: interage fortemente com a Lua e o Sol e também sofre influência dos outros planetas. É isso que provoca pequenas variações em seu movimento de rotação, seja na velocidade, seja na inclinação do eixo polar.

Portanto, a quantidade de movimento angular da Terra não se conserva, porque ela faz parte de um sistema maior. Mas, como sabemos, se diminuir a quantidade de movimento angular da Terra, algum outro astro deverá receber essa quantidade perdida.

Hagar



Folha de S. Paulo

- Se a Terra é redonda, como você explica o fato de que ela nos parece ser plana. como aparece na tira acima?
- Como você faria para convencer alguém de que a Terra é redonda e não plana? Se esse alguém for o Hagar, esqueça!

112

DUVIDO VOCÊ RESPONDER!

- E se a Terra parar de girar?
- E se o eixo da Terra não fosse inclinado?
- E se o eixo da Terra fosse virado na direção do Sol?
- E se a Terra levasse dez minutos para dar a volta em torno do seu eixo?

29

Construa seu relógio de sol

Você sabe para onde está o norte?
Qual a duração do ano?
E a latitude da sua cidade?

Usando sombras você mede o tempo e o mundo!

material necessário



material desnecessário



Eu acredito em Gnômon...

GNOMON?

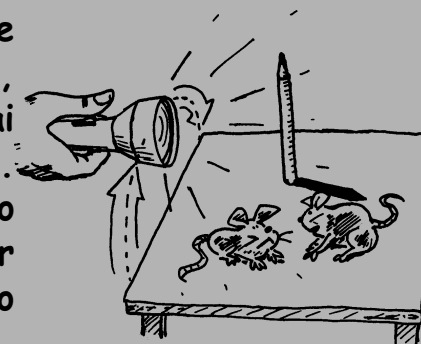
Nessa aula você vai montar um gnômon que significa "relógio de sol" em grego.

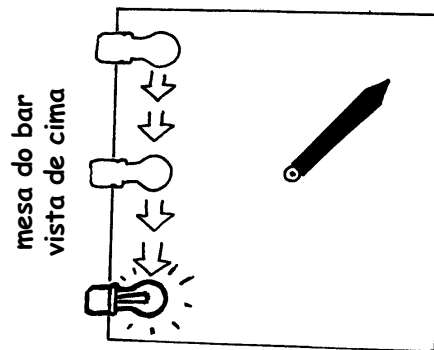
Eis como ficará o seu gnômon!



Antes de por o seu novo mascote no Sol...

Tudo o que você vai observar com seu Gnômon pode ser simulado na mesa de um boteco da esquina, com uma lâmpada e um lápis. O pessoal vai estranhar, mas em boteco e hospício tudo é normal. Mova a lâmpada como na figura, simulando o trajeto do Sol. Veja a sombra do lápis e tente descobrir se os ratos estão no Norte, no Sul, no Leste ou no Oeste.



Na mesa do bar ...

Este é o primeiro teste que você vai fazer. Cada borda da mesa será um ponto cardeal (Norte, Sul, Leste e Oeste). Movimento o “Sol” da borda Leste para a Oeste, formando um arco, como desenhado na página anterior.

PERGUNTAS:

- 1 O que ocorre com a sombra ao longo do trajeto do “Sol”? no “céu”?
- 2 Descreva suas variações de tamanho e direção e tente explicar suas causas.
- 3 Quando a sombra é maior? Quando ela é menor? Quando desaparece? Tente explicar porque.
- 4 A que parte do dia correspondem cada um destes momentos?
- 5 Há sempre algum momento em que o “Sol” fica a “pino”, ou seja, a sombra do objeto desaparece sob ele? Por quê?

Brincando com as bolas ...

Como alguém de fora da Terra veria a sombra do nosso gnômon? Descubra isso usando uma bola com um alfinete espetado (a “Terra”) e uma lâmpada ligada (o “Sol”). Faça sua “Terra” girar mantendo o seu Solzinho fixo (e ligado!)

PERGUNTAS:

- 1 O que você observa que acontece com a sombra do seu gnômon? Será que ela está se comportando de forma parecida com a sombra na mesa do boteco?
- 2 Em que momento a sombra vai apontar na direção de um dos pólos? Neste momento, como é o seu tamanho?
- 3 É possível perceber o nascer o por do Sol com essa experiência? Como?
- 4 Coloque o alfinete em vários lugares do globo e tente verificar quais as diferenças que ocorrem nas sombras.
- 5 A noite dura o mesmo tempo em todos os lugares da Terra? Como você isso?

Ponha o bichinho de pé

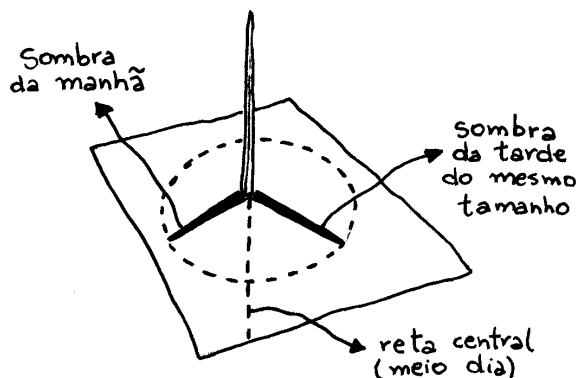
Durante muito tempo se utilizou sombras para marcar as horas do dia. Pelo tamanho e principalmente pela posição da sombra no chão é possível sabermos a posição do Sol no céu, e portanto, as horas. Esse é o princípio do relógio de sol.

O primeiro passo para construir nosso relógio de sol, é achar o meio dia “verdadeiro”. Tem um

COMO ACHAR AS DUAS SOMBRAS DO MESMO TAMANHO, UMA DE MANHÃ E OUTRA DE TARDE?

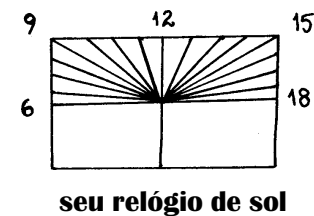
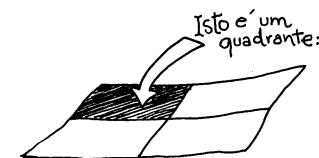
Muito simples: escolha um momento qualquer, por exemplo, às 10:30 h. Marque o tamanho da sombra (com giz ou canetinha) e desenhe um círculo com centro no gnômon, tendo como raio a própria sombra. Depois, espere a sombra atingir o círculo novamente.

Depois que você encontrou o meio-dia verdadeiro, é fácil marcar os pontos correspondentes às 6:00 h da manhã e às 18:00 h. Como? Basta fazer uma reta perpendicular à reta do meio-dia. Observe:



jeito bem “simples” fazer isso: ver quando o tamanho da sombra for menor. Só que para isso você vai ter que ficar o dia todo marcando a sombra. **Que chatonão?**

Mas, como sempre, existe um outro jeito. Se você souber dois momentos, antes e após o meio-dia, quando as sombras têm o mesmo tamanho, o meio dia vai ser dado pela reta central entre essas duas sombras.



Agora divida esses quadrantes em partes iguais. Cada marca corresponderá a uma hora. Na figura ao lado você pode ter uma idéia de como vai ficar o mostrador do seu relógio de sol.

PERGUNTAS:

- 1 A marcação deste relógio coincidirá com a do seu relógio de pulso? Por quê?
- 2 Você pode tirar o relógio de sol do lugar original? Responda uma das duas:
 - a) Jamais, por que:
 - b) Poderia, mas
- 3 Você pode usar o relógio de sol para saber os pontos cardeais? Por quê?

Tudo depende do referencial

ENQUANTO ISSO

As Cobras



O Estado de São Paulo

Níquel Nausea



Folha de São Paulo

É a Terra que gira em torno do Sol ou o Sol que gira em torno da Terra?

O jeitinho de “tirar o corpo fora” dizendo que “tudo é relativo” vem desde a época do físico italiano Galileu! Você pode sempre dizer: depende do referencial... Referencial é o ponto de vista que você adota para observar uma coisa. Para quem está na Terra, parece natural que o Sol gira em torno da Terra. Neste caso, estamos adotando como referencial a Terra.

Mas você pode imaginar diferente. Se alguém estivesse no Sol, coisa que é impossível, veda sempre a Terra girando em torno do Sol. Tem gente, como Galileu, que quase foi para a fogueira por defender que esse ponto de vista também era possível, e que muitas coisas poderiam ser melhor explicadas com ele. E você, o que acha?

Leia as duas tirinhas acima e identifique qual delas adota referencial na Terra e qual adota referencial no Sol. Explique como é o movimento do Sol ou da Terra em cada um destes referenciais.

MARISA MONTE / NANDO REIS (1991)

Enquanto isso

anoitece em certas regiões

E se pudéssemos

ter a velocidade para ver tudo

assistiríamos tudo

A madrugada perto

da noite escurecendo

ao lado do entardecer

a tarde inteira

logo após o almoço

O meio-dia acontecendo em pleno sol

seguido da manhã que correu

desde muito cedo

e que só viram

os que levantaram para trabalhar

no alvorecer que foi surgindo

Leia o texto da Marisa Monte e do Nando Reis, tentando extrair o significado de cada frase e do texto como um todo. Baseie-se em nossas discussões e observações. E, é claro, não deixe de ouvir esta música!

30

A Lua e a Terra

Você consegue imaginar
de onde vem a luz da
Lua?
E de onde vem a Lua?

material necessário



Algumas dicas incríveis!

Se sua mãe gritar: "Meu filho o que estás a fazer?" diga que é uma experiência científica e que falta pouco para acabar. Ela vai ficar orgulhosa!

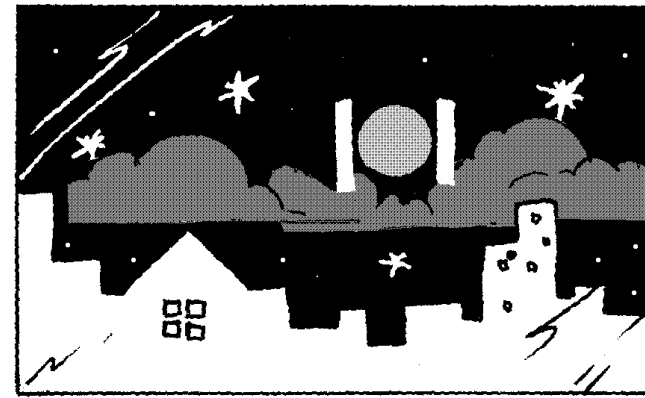
Se você não sabe o que vem a ser uma trena, pode usar a fita métrica ou consultar um dicionário.

Não dá para fazer essa experiência em uma noite coberta por nuvens, mesmo que seja Lua cheia!

Você aprendeu algum dia regra de três? Não se lembra? bem, boa sorte....

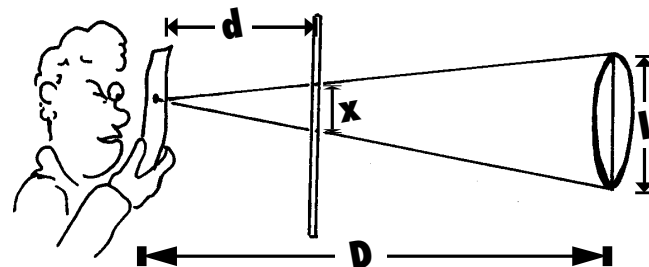
Sim! Você pode medir a Lua agora mesmo!

Arranje o material listado ao lado. Fure um buracozinho com um alfinete num pedaço da cartolina. Prenda na vidraça duas tiras de fita adesiva da seguinte maneira:



Procure deixar as fitas bem retinhas. Agora você precisa medir a distância entre as duas tiras. (uma dica: tente deixar essa distância perto de 2 cm). Agora é só observar pelo buracozinho da cartolina a lua (cheia), quando ela estiver entre as duas tiras na vidraça. Quando isso acontecer, meça a distância entre você e a janela, usando a trena ou a fita métrica. Com isso você vai obter os seguintes dados:

- d** distância entre sua pessoa e a janela
- x** distância entre as duas fitas
- D** distância entre a Lua e a Terra (384.000 km)
- L** diâmetro da Lua que você que calcular



A Lua, essa filha da ...

Terra?!? Pelo menos essa é uma das teorias. Alguns astrônomos acreditam que a Lua seja um pedaço da Terra que foi arrancado há bilhões de anos por um grande corpo celeste. Naquela época a Terra ainda estava em formação, sendo uma grande bola pastosa e quente. Outros acreditam ainda, que este poderia ter se separado simplesmente devido à alta velocidade de rotação da Terra, como mostra a figura.

O problema com essas duas teorias é que a Lua tem uma composição química muito diferente da Terra, para que tenha origem a partir dela. A segunda teoria ainda tem o problema de que a Terra deveria ter uma quantidade de movimento angular muito grande para perder um pedaço dessa maneira. Se isso tivesse realmente acontecido, a Terra deveria estar girando muito mais rápido ainda hoje.

Mas ainda há outras teorias, dizendo que a Lua pode ser a "irmã menor" da Terra, tendo se formado junto com ela, como um planeta menor girando em torno do Sol e que devido a sua aproximação teria sido capturada pelo nosso querido planeta. Ou ainda poderia ter se formado já em órbita da Terra.

Porém, a probabilidade de "captura" é muito baixa. Se tivesse ocorrido, a energia cinética cinética dissipada em calor seria suficiente para derreter a Lua. Por outro lado, se a Lua tivesse se formado na mesma região que a Terra, deveria ter uma composição semelhante. Portanto, essas duas teorias não explicam satisfatoriamente a formação da Lua.

Quando os super-computadores se tornaram potentes o suficiente, pode-se testar uma outra teoria: o sistema Terra-Lua teria surgido após uma colisão entre uma jovem Terra e um pequeno e jovem planeta.

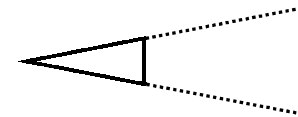
As simulações mostram que é possível que tenha sido assim, mas ainda não há nenhum outro indício que possa reforçar essa hipótese. Como você vê, ainda temos muita dúvida sobre o que realmente aconteceu.

Dicas para medir a Lua

(y otras cositas más ...)

Como se mede a altura de uma árvore? Usando triângulos. Suponha que você tem 1,60 m de altura, e que em dado momento sua sombra tem 40 cm de altura. A sombra, portanto, tem um quarto do seu tamanho. Pode ter certeza que a sombra de tudo que esteja na vertical terá também um quarto de sua altura. Se a sombra de um poste tiver 1 metro, sua altura será 4 metros e se a sombra de um abacaxi tiver 9 cm, ele terá 36 cm de altura. Neste caso, qual será o tamanho da sombra de um sujeito de 2 metros? E que altura terá um prédio cuja sombra seja de 20 metros?

Exatamente o mesmo raciocínio você usa para medir a Lua, na atividade que propomos na página anterior.



Observe que o triângulo com linha cheia é uma miniatura do pontilhado!

Portanto, se você for bom mesmo saberá que podemos escrever a seguinte relação, para achar o tamanho da Lua.

$$\frac{x}{d} = \frac{L}{D}$$



Ai, Me arrancou um pedaço!!!



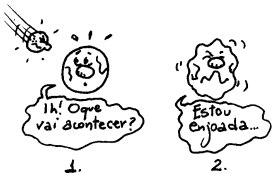
Ops! Acho que escapou um pedaço!!!



Nós nascemos juntos!



Ei! Quer morar comigo?



Ih! O que vai acontecer?

Estou enfiada...

3.



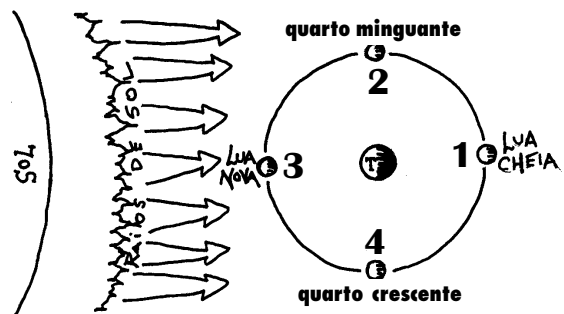
Nasci!

As fases da Lua

Como sabemos, a Lua gira em torno da Terra e ela sempre aparece diferente no céu. Às vezes vemos a Lua inteira, às vezes só metade, sem falar que às vezes ela nem aparece ou então aparece de dia, contrariando os românticos.

Mas porque isto acontece?

É fácil entendermos que a aparência da Lua para nós terráqueos tem relação com o seu movimento em torno da Terra. Para facilitar vamos considerar a Terra parada e a Lua girando em torno dela em uma trajetória quase circular.



De acordo com a figura, os raios solares estão atingindo a Terra e a Lua. O que acontece é que dependendo da posição da Lua em relação à Terra, apenas uma parte da Lua é iluminada (posições 2 e 4) ou é toda iluminada (posição 1) ou então não é possível vê-la (posição 3).

Isso se repete periodicamente, é um ciclo!

Viu? É por causa do movimento da Lua em relação à Terra e também em relação ao Sol que ela muda de "cara", ou melhor, de fase!

Dizemos que quando a Lua está totalmente iluminada está na fase cheia, e é essa que os namorados preferem. Quando está invisível para nós é porque está na fase nova. Indo de nova para cheia a fase é chamada de quarto crescente, enquanto que indo de cheia para nova a fase é quarto minguante.

Os eclipses

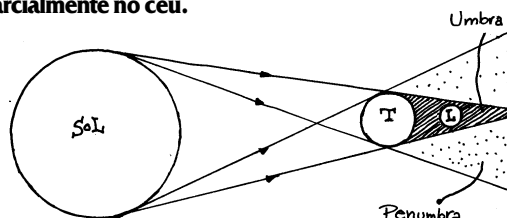
É claro que você já viu um eclipse. E certamente quando viu ficou se perguntando que era aquilo.

Muitos séculos antes de Cristo, os chineses acreditavam que o eclipse lunar ocorria quando um enorme dragão estava tentando engolir a Lua. Assim, nas datas do eclipses saíam todos à rua batendo panelas, tambores, etc. para tentar espantar o dragão.

Embora muitas pessoas não acreditem que o homem já pisou na Lua (a pegada deve estar lá até hoje: tente imaginar por que), sabemos que essa história de dragão é uma lenda. Há dois tipos de eclipses:

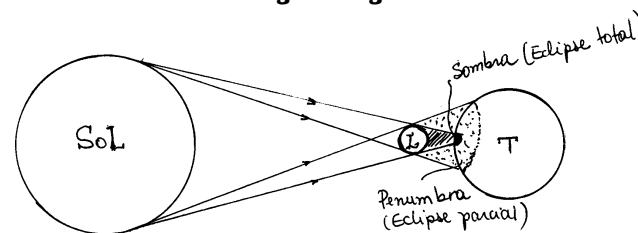
eclipses lunares:

A Lua entra na sombra projetada pela Terra, "sumindo" total ou parcialmente no céu.



eclipses solares:

Quando a Lua fica entre a Terra e o Sol, bloqueando total ou parcialmente a luz do Sol em algumas regiões da Terra.



Num eclipse lunar, a Terra se encontra entre o Sol e a Lua impedindo que a luz solar chegue até a Lua. Como só vemos a Lua porque ela reflete a luz do Sol, no eclipse ela fica escura.

DELTA - OBERON

RELATÓRIO DE MISSÃO INTERESTELAR

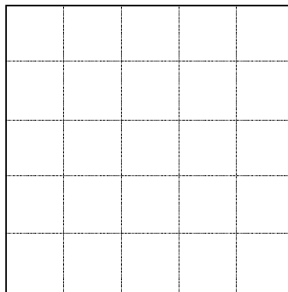


MISSÃO: VIAGEM DE RECONHECIMENTO AO SISTEMA PLANETÁRIO WARK-ZWAMBOS

PLANETA WARK \ CLASSIFICAÇÃO: GIGANTE GASOSO \ MASSA 4,89E+27 KG \
\DIÂMETRO EQUATORIAL: INDETERMINADO \PERÍODO ORBITAL: 669 DIAS TERRESTRES \
\DISTÂNCIA A ESTRELA CENTRAL: 5,60 E+8 KM \NÚMERO DE SATÉLITES: 23 ... FIM
...

SATÉLITE ZWAMBOS \ CLASSIFICAÇÃO: CLASSE TERRESTRE \ ÓRBITA: PLANETA WARK \
\DIÂMETRO EQUATORIAL: 1,02 E+4 KM \PERÍODO ORBITAL: 6 DIAS E 7 HS TERRESTRES \
\MASSA: 3,05 E+24 KG \DISTÂNCIA A PLANETA CENTRAL: 1,3 E+6 KM \ HABITADO \
\VIDA ANIMAL INTELIGENTE: 2 ESPÉCIES \HABITANTES: 1,23 E+9 \ ... FIM ...

ANÁLISE PRELIMINAR DO COMPUTADOR



SATÉLITE ZWAMBOS TEM CONDIÇÕES SEMELHANTES A DA TERRA, MAS TEMPERATURA MAIS ALTA. REGIÕES PRÓXIMAS AO EQUADOR INABITÁVEIS (TEMPERATURA > 60 °C). AS ESPÉCIES QUE HABITAM A PARTE NORTE E SUL SÃO DIFERENTES, MAS TÊM ORIGEM COMUM. HABITANTES DO NORTE E SUL NÃO SE CONHECEM. TECNOLOGIA NÃO PERMITE ATRAVESSAR ZONA CENTRAL.

RELATÓRIO DA BASE TERRESTRE

ELABORAR RELATÓRIO CONTENDO AS SEGUINTESS INFORMAÇÕES >> 1. COMO WARK APARECE NO CÉU DE ZWAMBOS? >> 2. QUAL A DURAÇÃO DO ANO DE ZWAMBOS? >> 3. POR QUE HÁ ECLIPSE A CADA 6 DIAS E 7 HORAS EM ZWAMBOS? >> 4. PORQUE A NOITE EM ZWAMBOS É MAIS CLARA QUE NA TERRA? >> 5. DESENHO DA TRAJETÓRIA DE ZWAMBOS. >> 6. MAQUETE DO SISTEMA WARK_ZWAMBOS EM TORNO DA ESTRELA, COM ESFERAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO. << . BLURP! . >>

— 31 —

O Sistema Solar

Dê uma olhada na tabela ao lado e responda: você ainda se acha importante?

Resposta rápido:

Qual é o maior planeta do Sistema Solar? E o menor? Qual é o mais distante do Sol? Qual é o menor? Qual possui maior massa? Qual deles tem mais satélites? Em qual o ano dura mais? Em qual o ano dura menos? Qual tem o dia mais longo? E o mais curto? De qual deles é mais difícil escapar? E de qual é mais fácil? A gravidade é maior em qual deles? E menor em qual? Qual se parece mais com a Terra? O maior planeta equivale a quantas Terras em tamanho? E em massa? Quem nasceu primeiro: o ovo ou a galinha? O planeta mais próximo do Sol é também o mais quente? Em qual planeta a variação da temperatura é maior? Todos os planetas têm satélites? Quais têm mais satélites: os grandes ou os pequenos? Que tipo de planeta possui superfície sólida: os grandes ou os pequenos? Com quantos paus se faz uma canoa? Qual é o planeta mais próximo da Terra? Quantos anos terrestres dura os anos de Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Plutão? Quantos meses duram os anos de Mercúrio e Vênus? E o dia de Vênus, dura quantos meses? Quanto é 1+1?

	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno	Plutão	
distância ao Sol	58	108	149	228	778	1426	2869	4495	5900	milhões de km
diâmetro	4,9	12,1	12,8	6,8	142,8	120,0	51,2	50,0	2,4	milhares de km
massa	0,055	0,82	1	0,107	318	95	14,54	17,3	0,0017	massas terrestres
ano	88	225	365	687	4333	10759	30686	60188	90885	dias terrestres
rotação	1412	5817	23,94	24,62	9,84	10,53	17,23	16,04	6,39	horas
velocidade escape	4,3	10,6	11,2	5,0	59,5	35,6	21,2	23,6	1,2	km/s
gravidade	3,8	8,6	9,8	3,7	22,9	9,1	8,9	11	0,49	N/kg
satélites	0	0	1	2	16	18	15	8	1	
atmosfera	-	3%	3%	2%	12%	50%	30%	30%	-	% do raio
anéis	não	não	não	não	sim	sim	sim	sim	não	
temperatura mínima	-212	446	-88	-126	-129	-179	-212	-221	-234	graus Celsius
temperatura máxima	427	482	58	27	-118	-184	-208	-219	-223	graus Celsius
superfície sólida	sim	sim	sim	sim	não	não	não	não	sim	

Como é que você acredita que todos os planetas giram em torno do Sol? Aliás que bicho você acha que é esse tal de Sol? Qual a diferença entre o Sol e os planetas?

Vamos começar do início. Há cerca de 4,5 bilhões de anos atrás, tudo o que chamamos de Sistema Solar era uma nuvem. Não uma nuvem dessas de fumaça ou de água, mas uma nuvem de poeira (partículas muito muito pequenas) e gás (por exemplo, hidrogênio, hélio, carbono...). Essa nuvem, que estava bonitinha e quietinha no seu lugar, de repente sofreu algum tipo de agitação. Devido a essa "agitação" as partículas passaram a se concentrar mais em alguns pontos e esses pontos por causa de sua massa maior atraíram mais partículas, criando aglomerados cada vez maiores. Essas partículas quando se chocavam provocavam um movimento de rotação, como se fosse um redemoinho. Esse fenômeno é o mesmo que acontece quando a gente coloca muito açúcar para adoçar alguma coisa, ao mexer com a colher uma parte desse açúcar se deposita no fundo do redemoinho!



Experiência

COLOQUE UMA COLHERONA BEM GULOSA DE AÇÚCAR NUM COPIM D'ÁGUA E MEXA GIRANDO BEM RÁPIDO, TENTANDO DISSOLVER TODO O PÓ.

O QUE VOCÊ VÊ NO CENTRO DO FUNDO DO COPO?

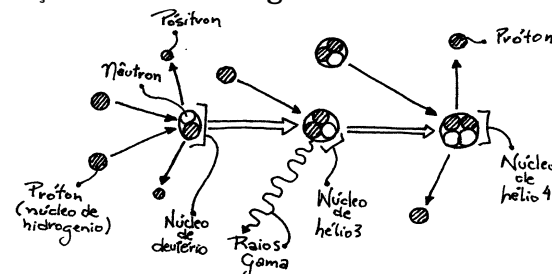
Você percebe que existe um aglomerado bem grande no centro, em que em volta deste aglomerado ainda temos um pouco de pó girando. Se você consegue formar redemoinhos menores em torno deste centro, formam-se aglomerados menores. O aglomerado é parecido com o nosso Sol e os aglomeradinhos seriam os planetas.

Estrela é um astro com fusão ...

Nessa nuvem se formaram tanto uma estrela (SOL!) quanto outras coisas que não "conseguiram" ser estrelas (os planetas). Mas qual a diferença?

Quando a aglomeração de partículas é muito grande, aquelas que ficam no centro começam a sofrer uma pressão muito forte. Como elas estão em constante movimento, sua temperatura vai aumentando e aumentando, conforme a aglomeração é maior. Parece show de rock e final de campeonato.

Tem uma hora que essa pressão e temperatura é tão alta que começa a acontecer uma coisa chamada terrível chamada FUSÃO NUCLEAR. Vejamos o que é isso: de uma maneira simples podemos dizer que dois átomos de hidrogênio se fundem formando um átomo de hélio. Nesse processo ocorre transformação de massa e há uma liberação enorme de energia na forma de calor.



Não tente entender! O que interessa é que as partículas dos núcleos atômicos (prótons, nêutrons) passam a se combinar gerando uma imensa quantidade de energia, que é emitida pela estrela na forma de radiação como a luz, os famosos raios ultra-violeta (bons para pegar um bronze ou um câncer de pele, dependendo da quantidade) e outras radiações (raios-x, raios gama, raios infravermelhos, etc.). No caso dos planetas as coisas não esquentaram tanto (parece um jogo de time pequeno ou um show de banda desconhecida) de modo que não deu para eles realizarem fusão nuclear, ou seja, eles não viraram estrelas!

Planetinhas e planetões

Cada planeta é diferente dos outros porque se formaram por partes diferentes da nuvem primordial. No entanto podemos encontrar muitas características comuns em alguns deles, o que nos leva a classificar-los como sendo parecidos com a Terra ou com Júpiter.

Planetas parecidos com a Terra

Os do tipo da Terra são bem menores que os do tipo de Júpiter, são rochosos e têm poucos satélites,

Mercúrio é o mais próximo do Sol. A ausência de atmosfera faz com que as temperaturas sejam bem variáveis: aproximadamente -430°C na parte iluminada, -170°C no lado escuro.

Vênus é depois do Sol e da Lua é o astro geralmente mais brilhante, visível no céu, pois a sua espessa atmosfera reflete intensamente a luz do Sol. Essa atmosfera causa o efeito estufa, tornando o planeta muito quente, cerca de 430° de temperatura na superfície. É o planeta mais próximo da Terra em tamanho.

Terra é um planeta como os outros a menos do fato de nela existir vida. Sua atmosfera desempenha um papel fundamental protegendo contra a radiação nociva do Sol e contra os meteoritos.

Marte é conhecido como planeta vermelho. Essa cor é devido ao resíduo de poeira na atmosfera embora ela seja mais rarefeita que a da Terra. Sua estrutura é rochosa e é em Marte que se encontra o maior vulcão do Sistema Solar: o monte Olimpo com 25 km de altitude.

Planetas parecidos com Júpiter

Esses planetas são grandes, tem muitos satélites, e possuem anéis. Não é possível pousar neles, pois não há chão, mas uma espessa atmosfera sobre um “miolo” líquido.

Júpiter é quase uma estrela. É o primeiro dos planetas gasosos. Existem 16 luas de Júpiter conhecidas das quais as quatro primeiras podem ser vistas com um binóculo. Além disso ele possui um fino anel composto por finas partículas.

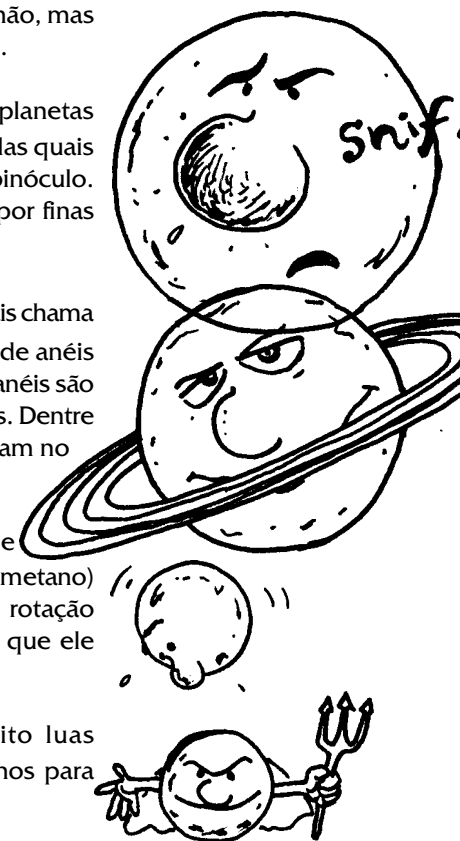
Saturno também é um gigante gasoso. O que mais chama atenção nesse planeta são os anéis. Um sistema de anéis finos compostos por fragmentos de gelo. Alguns anéis são tão brilhantes que podem ser vistos com binóculos. Dentre suas luas, 18 conhecidas ao todo, algumas orbitam no interior dos anéis.

Urano também é um planeta gigante e que também possui anéis. Sua atmosfera (maior parte metano) dá ao planeta uma coloração azul. Seu eixo de rotação tem uma inclinação tão grande podemos dizer que ele gira deitado em torno do Sol.

Netuno tem quatro anéis fraquinhos e oito luas conhecidas. Ele está tão longe que leva 248 anos para dar uma volta completa em torno do Sol.

Plutão: diferente de todos assim como Netuno, foi descoberto por meio de cálculos, devido à suas interações com outros planetas. É um planeta pequeno e sólido que orbita junto com outro astro não muito menor, chamado Caronte. Há quem proponha que se tratam de “satélites perdidos” de Netuno.

○ ← Terra



← Plutão

Cometas, Asteróides e outros “bichos” do Sistema Solar

Normalmente nós fazemos muita confusão a respeito desses bichos. Quase sempre ouvimos falar de estrelas cadentes e da estrela Dalva, mas o que será cada uma dessas coisas?

Existem entre os planetas do sistema solar, rochas e ferro de todos os tamanhos chamadas *asteróides*. Quando um asteróide atinge a Terra acontece o seguinte: devida à atmosfera que serve como escudo protetor, o asteróide é aquecido por atrito e aparece como um rastro de luz incandescente. Esse fenômeno é chamado de meteoro ou estrela cadente. Se esse pedaço de rocha conseguir chegar à superfície da Terra então ele é chamado de meteoritos.

A tão citada estrela Dalva nada mais é do que o planeta Vênus, que devido a proximidade do Sol aparece sempre ao entardecer ou ao amanhecer, conforme a época do ano, e com um brilho razoavelmente intenso.

Já os cometas são um tanto mais estranhos. Gostam de ficar girando em torno do Sol em órbitas bem alongadas, as vezes tão alongadas que nem se fecham. Mas do que são feitos e de onde eles aparecem?

Há uma teoria que diz existir uma nuvem que rodeia o sistema solar (chamada nuvem de Oort) de onde os cometas são originários. As vezes um

bicho desses é desviado da nuvem devido a alguma perturbação causada. Eles são formados de gases congelados e poeira. É claro que você vai perguntar: por que ele tem cauda?

Acontece que ao se aproximar do Sol os gases que formam o cometa começam a se vaporizar produzindo uma cabeleira e uma cauda de gás e poeira. Quanto mais próximos do Sol maior será a cauda.

Vida em outros planetas? Viagens espaciais?

É uma curiosidade de todos saber se há ou não vida em outros planetas, e a resposta a isso é muito simples: não se sabe. Em relação aos planetas do nosso sistema solar, não há até hoje, qualquer indício de que exista ou tenha existido no passado alguma forma de vida em algum deles. Não se pode ter certeza porém, se não houve em algum momento vida em algum outro planeta ou até quem sabe em um dos satélites dos planetas gigantes que possuem atmosfera.

Quanto a vida em planetas fora do nosso sistema, também não há qualquer indício concreto. Na verdade, somente há muito pouco tempo pudemos observar definitivamente a existência de planetas orbitando outras estrelas, embora os astrônomos acreditassem firmemente que eles deveriam existir, afinal nossa estrela é muito parecida com outras observadas, e os planetas devem ser consequência natural da formação de tais estrelas.

Pelo mesmo motivo, não há razão para duvidar que haja outros planetas capazes de abrigar vida, principalmente se levarmos em conta o imenso número de estrelas existente no Universo. Há quem diga que é muito difícil um planeta reunir todas as condições para se abrigar vida portanto deveriam ser muito raros os planetas com vida. A verdade é que não se sabe exatamente quais condições são essenciais ou não para a possibilidade de existência de vida, de forma que é possível que os planetas habitados, se existirem, não sejam tão raros assim.

Mas se isso fosse verdade já não deveríamos ter tido algum contato com essas formas de vida? A resposta é: não é tão simples assim.

O problema é que mesmo as estrelas mais próximas estão muito distantes de nós. Tão distantes que uma pessoa levaria muito mais do que o tempo de sua vida para ir e voltar, com os

meios de que dispomos hoje. Mesmo para seres mais desenvolvidos que nós o obstáculo é realmente muito grande.

A quantidade de energia necessária para se fazer qualquer matéria (uma nave, por exemplo) se aproximar da velocidade da luz (o que tornaria possível atingir grandes distâncias no tempo de uma vida) é muitíssimo, mas realmente muitíssimo alta.

— 32 —

A gravidade da gravidade

Porque você está aí grudadinho na Terra? Você acha essa pergunta boba? Newton não achou ...

tudo o que você sempre quis fazer agora ficou muito mais fácil e divertido!

A GRAVIDADE FAZ TUDO POR VOCÊ!

Estrelas!

A MATÉRIA ESPALHADA NO ESPAÇO QUE OS ASTRÔNOMOS GOSTAM DE CHAMAR DE POEIRA, MAS QUE NA VERDADE SÃO MINÚSCULAS PARTÍCULAS E GASES (OU SEJA, POEIRA), ATRAE-SE MUTUAMENTE, PROVOCANDO A FORMAÇÃO DOS AGLOMERADOS QUE DISCUTIMOS NA AULA ANTERIOR, QUE DÃO ORIGEM ÀS ESTRELAS.

Atmosferas!

POIS É, TERRÁQUEO! PLANETAS E SATÉLITES POSSUEM ATMOSFERA PORQUE A GRAVIDADE PRENDE GASES EM TORNO DELES. PLANETAS COM GRAVIDADE FRACA POSSUEM POUCA OU QUASE NENHUMA ATMOSFERA. PLANETAS IMENSOS POSSUEM ENORMES ATMOSFERAS DADA SUA GRAVIDADE.

Planetas!

QUANDO UMA ESTRELA SE FORMA, SEMPRE SOBRA ALGUM MATERIAL DE SEGUNDA MÃO, CUJA AGLOMERAÇÃO NÃO É SUFICIENTE PARA GERAR A FUSÃO NUCLEAR. ÀS VEZES FORMAM UMAS PELOTINHAS QUE ALGUÉM RESOLVEU CHAMAR DE PLANETAS.

LINDAS ORBITAS!

COISAS GIRAM EM TORNO DA TERRA, E DIZEMOS QUE ELAS ESTÃO EM ÓRBITA. A TENDÊNCIA DE TODO OBJETO LIVRE DE INTERAÇÕES, SOLTO NO ESPAÇO É PERCORRER UMA LINHA RETA. MAS A GRAVIDADE FORÇA ALGUMAS COISAS A GIRAREM EM TORNO DE OUTRAS. A TERRA E OS DEMAIS PLANETAS EM TORNO DO SOL. E TAMBÉM OS COMETAS.

BURACOS NEGROS!

AS ESTRELAS TÊM UMA LONGA VIDA, ONDE MUITA COISA ACONTECE, DEVIDO À UMA INTERESSANTE COMBINAÇÃO DE EFEITOS DA GRAVIDADE, DA FUSÃO NUCLEAR E DE DETALHES DAS ESTRELAS. ALGUMAS SE TORNAM VORAZES BURACOS NEGROS! NÃO PERCA AS PRÓXIMAS LEITURAS!

Tudo isso e muito mais, somente a gravidade pode proporcionar a você e toda a sua família ...



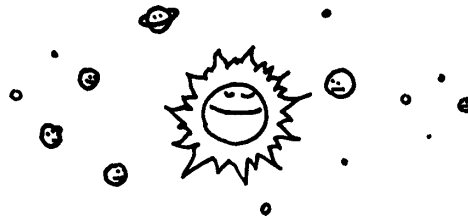
PLANETA
quer dizer
Astro Móvel
quer comprar um astromóvel
zerinho?

..... O que estes planetas estão fazendo lá em cima?

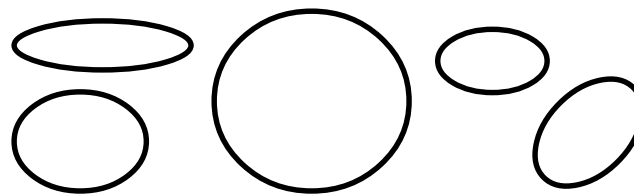
Enquanto quebravam a cabeça tentando entender o que era a Terra e o céu, muitos sujeitos foram percebendo coisas importantes. De início, parecia natural pensar que tudo que víamos no céu estava girando à nossa volta. Essas coisas (estrelas, lua e Sol) se moviam no céu! E nós, “obviamente” estamos parados.

Haviam coisas, entretanto, que pareciam insistir em não se comportar direito. Umas “estrelas” (ou algo que de longe parecem estrelas) queriam ficar vagando no meio das outras e o pessoal resolveu chamá-los de planetas. Fora isso, o Sol e a Lua também eram (ou pareciam ser) muito diferentes de todo o resto...

Muita gente quis observar e medir detalhadamente onde cada coisa no céu estava em cada época. Mas nem sempre as coisas estavam onde acreditavam que deviam estar, de acordo com suas teorias. A que melhor explicava tudo, em dado momento é que o Sol estaria no centro e os planetas, o nosso inclusive, girando em torno dele. Algo assim:



Mas um sujeito chamado Kepler percebeu que as trajetórias não deviam ser circunferências perfeitas, e propôs que fossem elipses, que são circunferências achatadas, como estas:



A família das elipses compõe-se de elipses muito excêntricas (achatadas) e pouco excêntricas. A circunferência também é uma elipse: uma elipse nada excêntrica.

Os planetas orbitam o Sol em trajetórias em forma de elipse, mas pouco excêntricas. Os cometas também percorrem elipses, mas bastante excêntricas. O Sol não fica no centro da órbita, mas em um ponto chamado foco da elipse.



Com essa teoria, as observações feitas com telescópios faziam muito mais sentido. As medidas realizadas concordavam com a hipótese de órbitas elípticas.

Mas a teoria de Kepler não parava por aí. Ele propôs uma relação entre o período da órbita e seu tamanho. Quer dizer, há uma relação sempre igual entre o tempo que o astro leva para completar uma volta e o tamanho e formato de sua órbita.

Isso quer dizer que para cada órbita existe um tempo determinado, independente do que estiver nesta órbita. Por exemplo, se a Terra fosse uma laranja, percorrendo a mesma órbita, levaria o mesmo tempo que leva: 365 dias e uns quebrados.

Isso vale desde que o objeto em órbita não tenha uma massa tão grande a ponto de influenciar o astro central. Por exemplo, se a massa da Terra fosse quase igual à do Sol, ambos estariam girando em torno de um ponto situado entre os dois astros. Isso acontece em sistemas onde há duas estrelas, que são chamados sistemas binários. Algo parecido ocorre em nosso sistema, entre Plutão e seu satélite Caronte, que têm massas razoavelmente parecidas.

A grande sacada

Quem teve a grande sacada sobre a gravidade foi Newton. Ele achou que os planetas atraíam coisas, que o Sol atraía os planetas e assim por diante, através de uma força especial. Mas como ele mesmo havia dito que toda ação tem uma reação, isso quer dizer que os planetas também atraem o Sol e que as coisas também atraem os planetas.

Em outras palavras, a Terra atrai uma torrada com manteiga (que cai sempre com a manteiga para baixo). Mas a torrada com manteiga também puxa a Terra para cima (e bate sempre no lado da manteiga). O Sol atrai a Terra, e a Terra atrai o Sol. E mais: as forças são iguais em valor.

Os efeitos, porém, são diferentes. A Terra puxa a torrada com uma força de 0,3 newton, e isso lhe causa um grande efeito por que sua massa é pequena. A torrada puxa a Terra com 0,3 newton, e ela nem “sente”, porque sua massa é gigantesca, se comparada à torrada. O mesmo acontece entre a Terra e o Sol. A massa do Sol é gigantesca comparada à da Terra, e apesar da força que esta lhe aplica, o efeito é pequeno.

Entre a Terra e a Lua, alguns efeitos são mais visíveis. A força de atração que a Lua exerce sobre a Terra é uma das causadoras das marés. Quando a Lua “passa” sobre o oceano, causa-lhe um “calombo”, faz a água subir um pouco.

Isso acontece porque todo corpo tem “algo” invisível em volta dele, que é o campo gravitacional. A Terra tem, a Lua tem, você tem e a torrada tem. O da Terra é o mais forte e o da torrada é o mais fraco. Por quê? Por causa da massa. Corpos “massudos” tem campos fortes!

A Lua fica em torno da Terra por causa do campo da Terra. Mas a Lua também puxa as coisas em sua direção. Por o mar sobe um pouquinho quando ela passa sobre ele.

Pelada na rua

Quando a gente joga pelada na rua, sempre pergunta: até onde vai o campo? No caso do campo gravitacional você pode também querer saber: até onde ele vai? Na verdade o campo **NUNCA NUNCA NUNCA NUNCA NUNCA** acaba. Ele só vai ficando fraco quanto mais longe do corpo. É como o cheiro de uma coisa, quanto mais longe, mais fraco. Você pode não sentir o cheiro do bife a 100 metros, mas o cachorro sente. O problema é o nariz!



Ai meu campo!!!

Quer dizer que o campo gravitacional é grandão quando a massa é grandona, e vai diminuindo com a distância, como o cheiro da sua meia. É claro que isso pode ser dito com uma fórmula:

$$g = G \frac{m}{d^2}$$

Você coloca o valor da massa na letra m e a distância ao centro do objeto na letra d. A letra G é uma constante, quer dizer, nunca muda. Você pode até encontrar o valor do SEU campo gravitacional a 100 metros de você. Assim:

$$\text{seu campo} = \frac{G \times \text{sua massa}}{(100 \text{ metros})^2}$$

Esse valor será muito pequeno, porque o valor de G, que é sempre o mesmo, é muito pequeno. Para que o campo gravitacional de alguma coisa seja perceptível, essa coisa precisa ter uma massa muito grande, como os planetas, estrelas, etc.

O que aconteceria se o valor de G não fosse tão pequeno assim?

Teste:

O campo gravitacional da Terra tem o tamanho de:

Um campo de futebol?

Uma quadra de tênis?

Um estrelão?

O VALOR DE G:
0,0000000000067
N.m²/kg²

o meu deus:
0,00000000000054
N/kg

e o seu?

Como se formam as marés?

MARÉS

Seriam as marés provocadas por seres misteriosos que habitam o fundo dos mares? Realmente não.

Mas como é então que os mares enchem e esvaziam sem ninguém colocar mais água neles? A causa dessa bagunça toda são os astros do sistema solar. No entanto os efeitos mais significativos são causados pelo Sol e principalmente pela Lua. Mas como assim?

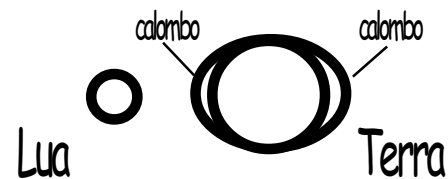
É que o Sol tem uma massa muito grande e a Lua apesar de ter uma massa muito pequena está muito próxima da Terra.

Foi o próprio Newton o primeiro a explicar convincentemente o fenômeno das mares. Para isso ele usou a Lei da Gravitação Universal. A idéia que está por trás dessa lei é que os corpos que estão longe fazem força pequena e os corpos que são muito grandes fazem força mais intensas.

Quanto maior a massa maior a força e quanto mais longe menor a força, mas o que é mais expressivo não é a massa mais sim a distância.

A superfície da Terra é constituída de uma parte sólida que chamamos de crosta terrestre (é o chão) e uma parte líquida (a água dos mares, rios, lagos, piscinas...

A região do nosso planeta que está mais próxima da Lua sofrerá uma força maior. Com isso a água será "puxada" mais fortemente que a crosta,



formando um calombo de água nessa região. No lado oposto o que deverá acontecer? Acontecerá o mesmo porque nessa região a atração pela Lua é menor, o que provoca um pequeno afastamento da superfície do mar em relação à ela.

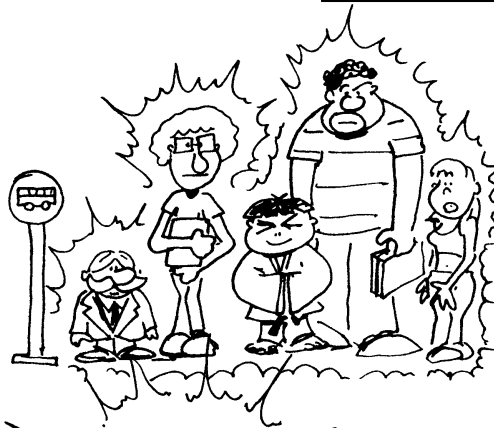
Mas então isso quer dizer que sempre está havendo marés em alguma região da Terra? É verdade, no entanto, as marés são realmente muito maiores quando o Sol e a Lua estão "alinhados" pois ambos estão agindo juntos numa mesma região da Terra.

—33—

Evolução estelar

As estrelas nascem, crescem e morrem e as vezes até se casam. Muitas preferem viver em grupos! Nunca ouviu essa história antes ?

A Vida das Estrelas!



Estrelas comuns

São estrelas que estão curtindo o melhor do seu hidrogênio, como o nosso Sol. Um dia elas irão se tornar Gigantes Vermelhas. É o início do seu fim.



Gigante Vermelha

É o começo do fim da vida de uma estrela. Ela engorda muito e fica vermelhona.



Anã Branca

É a "parte nobre" que sobra quando uma gigante vermelha morre. Muto quente e compacta.



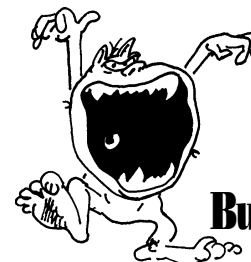
Supernova

É uma Super Gigante Vermelha explodindo. Dura pouco no céu..



Pulsar

É uma estrela de nêutrons que gira muito rápido. As estrelas de nêutrons é o caroço estelar que sobra de uma Supernova.



Buraco Negro

O caroço de uma Supernova pode virar um buraco negro se sua massa for grande.



Anã Negra

É uma Anã Branca que já "morreu", ou seja, que gastou todo seu "combustível" nuclear.

Alguma vez na vida você já deve ter ouvido falar que esses bichos chamados estrelas são enormes e muito quentes, têm cores e tamanhos diferentes. Mas porque será que elas são assim ?

E os buracos negros, as estrelas de nêutrons, as radio-estrelas, as gigantes vermelhas, que criaturas medonhas são essas?

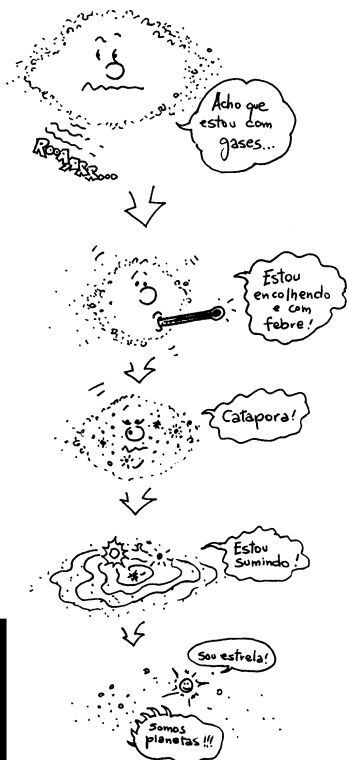
Como nasce uma estrela

Tudo começa na barriga da mãe, ops, queremos dizer numa nuvem de poeira e gás. Essa nuvem sofre algum tipo de perturbação interna e passa a se contrair por ação da gravidade. Pela contração a energia potencial tende a diminuir, boa parte se transformando em energia cinética, num processo das partículas caem em direção ao centro da nuvem gasosa.

Durante os choques que ocorrem entre as partículas há também transformação de energia cinética em energia térmica, ou seja, calor.

Devido a essa transformação a temperatura da nuvem aumenta, aumenta, aumenta, de tal maneira que em uma certa região, onde houver maior concentração de matéria, átomos mais leves começam a se fundir. Ou seja, começam as reações de fusão nuclear: nasceu uma estrela!

Nos restos da nuvem podem se formar concentrações menores, com temperatura insuficiente para gerar reações de fusão nuclear. Nessas regiões podem se formar planetas.

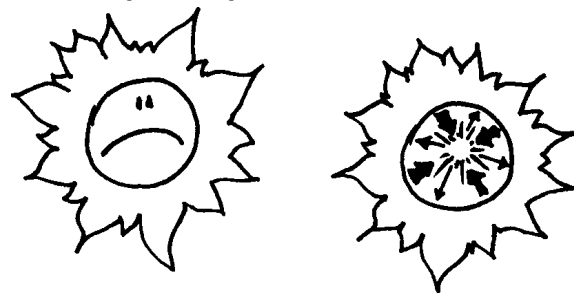


A difícil vida de uma estrela

Se você pensa que é fácil ser estrela está muito enganado! Elas estão sempre com problemas de massa e com dilemas muitas vezes explosivos.

Para falar a verdade as estrelas se parecem muito com o homem. Sua vida depende do regime, da quantidade de energia que gasta, dos problemas com a namorada ou namorado....

Existem duas forças agindo o tempo todo numa estrela: uma chamada pressão térmica, que tende a empurrar as partículas para longe do núcleo. A outra é a gravidade, é a mesminha que mantém a gente preso aqui na Terra, e que tende a puxar as partículas em direção ao núcleo.



Ao longo de sua juventude há um equilíbrio entre essas forças, a estrela vai queimando o combustível da sua região central e vivendo tranquilamente. Essa boa fase da vida dura somente uns bilhões de anos. O nosso Sol, por exemplo, já viveu metade desta sua fase, algo perto de 4,5 bilhões de anos. Tem mais uns 5 bilhões de anos para aproveitar a energia de sua juventude.

Mas chega um momento da vida em que o combustível começa a se esgotar mas mesmo assim ela continua queimando o combustível, só que cada vez mais em regiões mais perto de sua superfície. A estrela começa a sentir o peso da idade. Propagandas na TV dizem que a vida começa aos 40 (bilhões de anos), mas a estrela já está ingressando em uma fase terminal ...

Chega uma hora em que toda estrela precisa inchar, inchar, inchar ...



Quando a estrela passa a queimar combustível cada vez mais nas regiões superficiais, sua atmosfera aquece e se expande. A estrela torna-se uma gigante vermelha. As camadas mais exteriores da estrela se expandem e com isso se esfriam e brilham menos intensamente, passando por isso a ter uma cor vermelha. É uma fase onde a estrela passa por grandes modificações em um tempo curto se comparado à sua fase anterior. Quando isso começar a ocorrer ao nosso Sol, a Terra, se ainda existir, irá sumir do

mapa.

Até aí tudo bem. Quase todas as estrelas chegam nessa fase mais ou menos da mesma forma. Mas o que acontece depois dela ter se tornado uma gigante vermelha?

A vida da estrela após o estágio de gigante vermelha vai depender da sua massa. Vamos dividir em dois grupos: primeiro as estrelas que de pequenas massas e depois estrelas de grandes massas.



A morte das pequenas ...



As estrelas de pequenas massas são aquelas que tem massa até aproximadamente duas vezes a massa do Sol. Depois de terem se tornado gigantes vermelhas, a parte central se contrai de modo que as camadas externas formam uma casca de gás em volta desse núcleo. Nessa nova fase da vida, a estrela recebe o nome de Nebulosa Planetária.

O núcleo que resta é muito pequeno e muito quente (daí a cor branca) e a estrela está com um pé na cova! A essa "estrelinha" originada do núcleo recebe o nome de anã branca.

Ainda assim a estrela, agora uma anã branca, continua queimando combustível até que ela se esfrie e se apague de modo que a estrela morre como uma anã negra.



... e a morte das grandes



No fim da fase gigante vermelha, o núcleo das estrelas de grande massa podem colapsar causando uma grande explosão, chamada supernova. Às vezes isso provoca um brilho maior que uma galáxia inteira durante um certo tempo. Se sobrar algum "caroço" após a explosão, ele pode se tornar algo muito interessante, dependendo de sua massa.

colapsar: provocar alteração brusca e danosa, situação anormal e grave.

ESTRELAS DE NÊUTRONS

Um "caroço" com massa entre 1,5 e 3 massas solares diminui se transformando numa estrela muito pequena e muito densa, chamada estrela de nêutrons. Essas estrelas têm cerca de 10 km de diâmetro. Em uma colherinha de chá de sua matéria teríamos cerca de um bilhão de toneladas.



BURACO NEGRO

Se a massa do caroço for maior do que três massas solares então ele se contrai, se contrai, se contrai, até se transformar num voraz buraco negro. Um buraco negro é portanto uma das maneiras de uma estrela de grande massa morrer.



CUIDADO! NÊUTRONS, BURACOS NEGROS E AS QUESTÕES DA PROVA NA PÁGINA A SEGUIR ...

As estrelas mais incríveis ...

As estrelas de nêutrons, como você já viu, se originam a partir de "restos" da explosão de uma supergigante vermelha. É um dos possíveis fins da estrelas de grandes massas.

Pergunta chata nº 1:

QUAIS OS OUTROS POSSÍVEIS FINS DE UMA ESTRELA DE GRANDE MASSA?

Quando os "restos" da explosão possuem massa entre um e meio e três vezes a massa do nosso Sol, eles se "encolhem" até algo em torno de 10 km de diâmetro.

Pergunta chata nº 2:

VOCÊ NÃO ACHA QUE É UM TAMANHO MUITO PEQUENO PARA ALGO QUE TEM MAIS MASSA DO QUE O NOSSO SOL?

Como a estrela está muito encolhidinha, a matéria fica muito concentrada. Se um elefante fosse encolhido de forma equivalente ele seria invisível a olho nu, mas continuaria tendo as suas toneladas de massa. Imagine uma bolinha de gude com a massa igual à do Sol. Conseguiu? Mentiroso...

Pergunta chata nº 3:

QUE FORÇA INCRÍVEL SERÁ ESSA QUE FAZ UMA ESTRELA ENCOLHER TANTO?

Você sabe ... aquela força que discutimos na leitura anterior. Vamos dar uma dica: ela começa com G. Mas existe algo ainda a dizer a respeito destas estrelas. Coisas soltas no espaço, como uma estrela, costumam estar em rotação. Agora, se algo em rotação encolhe, sua velocidade aumenta. Lembra-se da bailarina?

Pergunta chata nº 4:

QUE BAILARINA? POR QUE AUMENTA A VELOCIDADE?

Coisa que encolhem muito, aumentam muito de velocidade de rotação. Coisas que encolhem stupidamente demais mesmo, aumentam sua velocidade stupidamente demais mesmo. É o que acontece com as estrelas de nêutrons. Algumas atingem velocidades tão incríveis que passa a emitir ondas de rádio. Claro que não há música nem propaganda ... Mas essas ondas são detectáveis por enormes antenas conhecidas por rádio-telescópios. Quando isso ocorre a estrela de nêutron ganha o apelido de *pulsar*.

Pergunta chata nº 5:

AS ESTRELAS DE NÊUTRONS SÃO FEITAS DE NÊUTRONS? É O QUE SÃO NÊUTRONS?

Certamente há muitos nêutrons nas estrelas de nêutrons, mas essa coisa é bem mais complicada do que parece. Aliás, como tudo na vida. Você só precisa saber que o nêutron é uma das partículas constituintes dos átomos, mais precisamente, do núcleo dos átomos. Há também os elétrons, que ficam em torno do núcleo, e os prótons, que ficam junto dos nêutrons. Na estrela de nêutrons tudo é tão apertado, que os elétrons são obrigados a se unirem ao núcleos e vira tudo uma coisa só. Saiba que essa é uma explicação ultra-super-hiper-simplificada da coisa.

Pergunta chata nº 6:

A INTENÇÃO ERA EXPLICAR OU COMPLICAR?

... RAPIDINHAS ...

As estrelas cadentes são estrelas?

NÃO. SÃO FRAGMENTOS QUE SE INCEDELIAM AO ATINGIR A ATMOSFERA E QUE AS PESSOAS CONFUNDEM COM ESTRELAS.

Os pulsares piscam?

NÃO. NA VERDADE ELES EMITEM LUZ NOS POLOS MAGNÉTICOS. QUANDO A PARTE LUMINOSA VIRA PARA CIMA, A GENTE VÊ. QUANDO NÃO, PARECE QUE APAGOU, MAS NA VERDADE ESTÁ VIRADA PARA O OUTRO LADO.

Existem estrelas invisíveis?

SE EXISTE, EU NUNCA VI.

Existem estrelas duplas?

EXISTEM ESTRELAS QUE ORBITAM UMA EM TORNO DE OUTRA, FORMANDO PARES, TRIOS, ETC. COMO NA MÚSICA SERTANEJA. ELAS PODEM TER NASCIDO JUNTAS, OU TER SE APROXIMADO.

Os buracos negros são buracos no espaço?

CLARO QUE NÃO. É A MATÉRIA DE UMA ESTRELA TÃO CONDENSADA QUE SUA SUA BRUTAL GRAVIDADE IMPEDE A LUZ DE ESCAPAR. POR ISSO NÃO PODEMOS VÊ-LA.

Como os caras sabem a temperatura das estrelas?

PELA SUA COR. ESTRELAS MUITO QUENTES SÃO AZULADAS. AS MAIS FRIAS SÃO AVERMELHADAS. A SEQUÊNCIA É MAIS OU MENOS ESSA: VERMELHA - AMARELA - BRANCA - AZULADA

- 34 -

O Universo não é tudo?

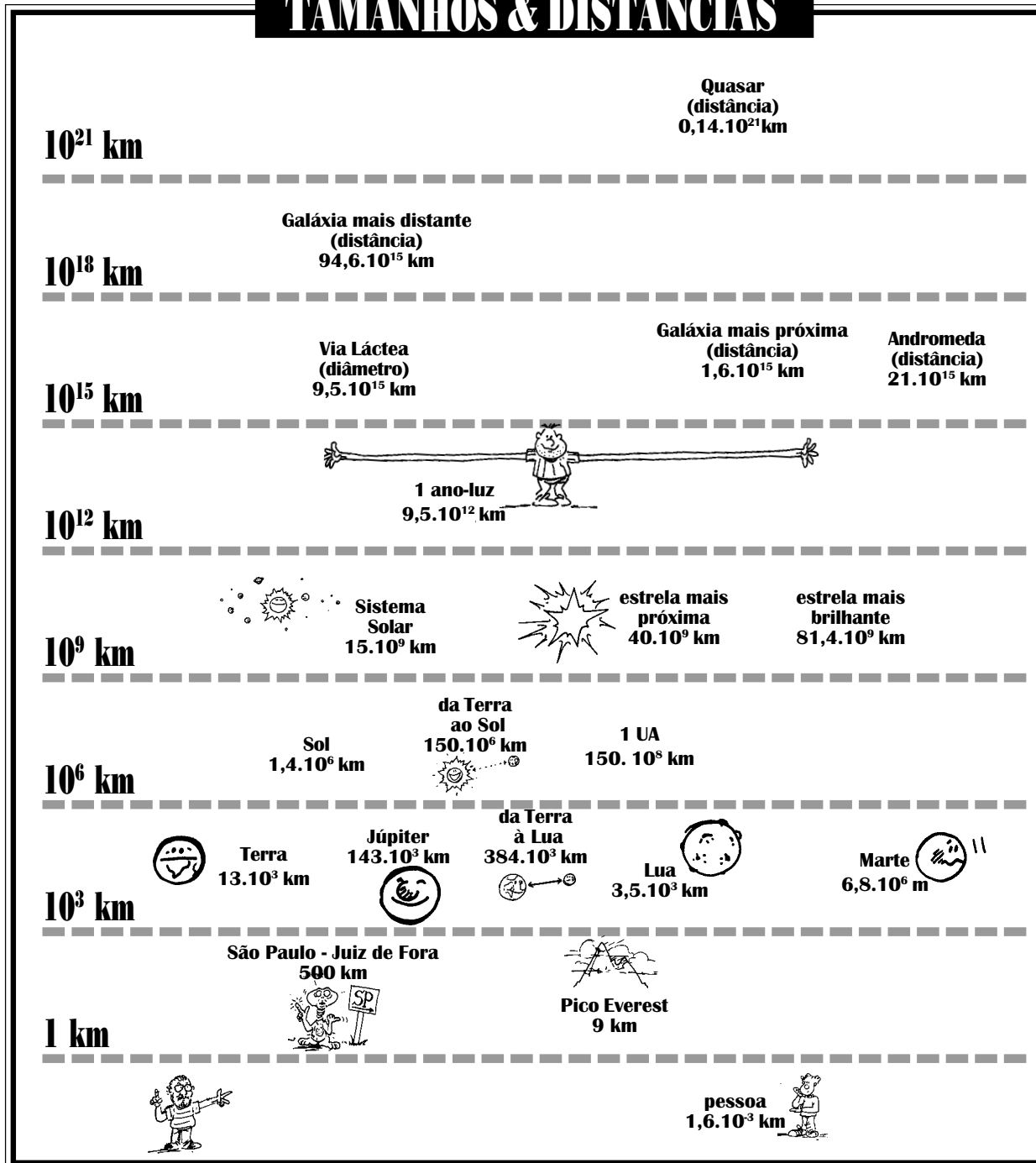
Galáxias, quasares, matéria escura, Big Bang, As diferentes formas no universo e a forma do universo.

Nesta tabela usamos potências de 10 para expressar números grandes. Veja:

- $10^1 = 10$
- $10^2 = 100$
- $10^3 = 1000$
- $10^4 = 10000$
- $10^5 = 100000$

Observe que o número de zeros é sempre igual à potência do dez. Não sabe o que é potência de números? Pegue seus livros de Matemática do 1º grau!

TAMANHOS & DISTÂNCIAS



Nós não estamos sós. Nossa estrela é uma dentre as milhares da nossa querida galáxia Via Láctea, que tem um diâmetro da ordem de 100.000 anos-luz.

Galáxia !!!!!?

Esses monstros gigantes são verdadeiros titãs do espaço, que vivem em grupos e muitas vezes lutam entre si para dominar, podendo às vezes se destruir e outras vezes se juntar somando forças formando um monstro mais poderoso! E você está no cotovelo de um deles ...

Nossa mas isso é o caos! Não, não, calma, devagar... isso foi só uma metáfora. As galáxias não são bárbaras como os homens. São singelos e inocentes amontoados de gás, poeira, estrelas, planetas. Alguns dizem que elas são recheadas até de uma fria e misteriosa matéria escura!

Existem tipos diferentes de galáxias, em forma e tamanho. Podemos dizer que são três tipos principais: elípticas, que tem uma forma oval; espiral, que tem braços ligados a uma parte central; irregulares, que não tem forma bem definida. Há vários tamanhos de galáxias: desde as imensas até as estupidamente e gigantemente imensas. As imensas, também conhecidas como galáxias anãs são maioria no Universo.



Devido à atração gravitacional que as galáxias gostam de viver em grupos. A nossa galáxia juntamente com Andrômeda e mais umas dezenas de galáxias menores formam um grupo chamado Grupo Local.



Como se formaram as galáxias?

.....

Não se sabe ainda como e quando esses bichos se formaram e o principal motivo para essa dúvida é que a maior parte da massa do Universo não é luminosa, é matéria escura!

Matéria escura? Mas o que é isso ?

Ao estudar galáxias, especialmente a nossa, verifica-se que mesmo somando a massa de todas as estrelas, ainda é pouco para que elas se mantenham presas devido a força gravitacional. Daí surgiu a idéia de que deve haver um tipo de matéria diferente, não visível, por isso chamada de matéria escura, a qual não se conhece a natureza.

Mesmo assim existem duas idéias sobre como aconteceram as formações de galáxias: uma diz que primeiro se formaram super aglomerados de formas alongada parecidas com filamentos ou achatadas parecidas com panquecas. Nessa idéia por algum motivo esses super aglomerados se fragmentaram dando origem a estruturas menores que são as galáxias. A outra idéia diz que primeiro se formaram e sistemas menores a partir da agregação gravitacional. Essas estruturas foram também se agregando dando origem aos aglomerados de galáxias e super aglomerados de galáxia.

De qualquer forma o importante é perceber que tudo isso só existe devido à interação gravitacional. Se não fosse ela, a matéria escura, as estrelas, os gases, as nebulosas, os planetas e tudo o mais não se juntariam para formar esses imensos agrupamentos de matéria. Mais ainda, sequer existiriam estrelas, planetas, e tudo o mais, uma vez que eles próprios se originaram de um acúmulo de matéria provocado pelas forças gravitacionais.

O Universo

Qual é a maior curiosidade da humanidade? Não sabe?

Você sabe de onde vem? Sabe para onde vai? Sabe se está sozinho nesse mundão? Não sabe, né!

Existem outras pessoas muito preocupadas, assim como você, em responder essas questões. Os que estudam para saber sobre o Universo são os cosmólogos.

Esses sujeitos estranhos, ao observarem as galáxias e seus aglomerados e perceberem que eles se afastam continuamente uns dos outros, concluíram que nosso universo está se expandindo! Como explicar isso?

A teoria mais aceita, é que a origem do universo se deu com o chamado Big Bang (não, não é marca de sanduíche!). Segundo essa teoria o universo surgiu de uma explosão gigantesca há cerca de 10 a 20 bilhões de anos atrás. Tudo o que existe estava espremido em um espaço minúsculo, extremamente quente e denso. No início era só radiação e não havia matéria na forma que temos hoje. Como o esfriamento continuou formou-se a matéria conforme conhecemos hoje. Várias perguntas podem surgir daí:

**SE O UNIVERSO SURTIU
DE ALGO MINÚSCULO QUE EXPLODIU,
O QUE HAVIA ANTES?
O QUE IRÁ ACONTECER
COM O UNIVERSO NO FUTURO?**

Don't worry, be happy!!!!!!!

A primeira pergunta é fácil responder: não sabemos! Mas se conseguirmos responder a segunda, talvez, possamos ter pistas sobre a primeira. Acredita-se que o universo tem se expandido desde o Big Bang, embora não se saiba se essa expansão vai ou não continuar.

A expansão pode ser gradualmente lenta e reverter-se em algum instante. De acordo com as contínuas feitas pelos cosmólogos, isso dependerá de qual é o valor da massa total do universo. Vejamos:

Se existir menos massa que uma certa quantidade a força gravitacional não será suficiente para parar a expansão e então o universo crescerá para sempre e pronto! Neste caso, ficaremos ainda sem saber o que veio antes da explosão, ou porque esta explosão ocorreu, fora as outras 412.232 perguntas ainda não respondidas.

Mas se a quantidade de matéria for grande o bastante o universo irá atingir um certo limite e cessará a expansão. Irá contrair-se de modo a voltar até um estado de altíssima densidade, ocorrendo outro Big Bang, e depois expansão de novo. Assim, o universo será oscilante: explode, cresce, encolhe, explode ... Se for assim, já temos uma vaga idéia do que havia antes. É aí que vemos claramente a importância de se descobrir como é a matéria escura: para saber se o universo voltará a encolher ou não.

Pois é: ou o universo é eterno ou ele é mortal, nasce e depois de muito tempo morre. Se for assim não se preocupe porque o tempo de vida do nosso planeta com certeza é bem menor que o tempo de vida do universo! Você já sabe que quando o sol se tornar uma gigante vermelha, o que ocorrerá daqui a cerca de 5 bilhões de anos os humanos terão que dizer adeus de algum jeito.



As Cobras



Luís Fernando Veríssimo

O que você acha da afirmação da cobra no segundo quadrinho? Discuta com seus colegas durante a festinha de "amigo secreto" ...

O Estado de São Paulo

TUDO NUM PONTO

O texto é um trecho do conto "Tudo num ponto" de Ítalo Calvino, em seu livro "Cosmicômicas", Editora Companhia das Letras, e é uma brincadeira sobre o universo antes do Big Bang.

Compreende-se que todos estivéssemos ali, disse o velbo Qfwfq, e onde mais poderíamos estar? Ninguém sabia ainda que pudesse haver o espaço. O tempo, idem; que queriam que fizéssemos do tempo, estando ali espremidos como sardinha em lata? Disse "como sardinha em lata" apenas para usar uma imagem literária; na verdade, não havia espaço nem mesmo para se estar espremido. Cada ponto de cada um de nós coincidia com cada ponto de cada um dos outros em um único ponto, aquele onde todos estávamos. Em suma, nem sequer nos importávamos, a não ser no que respeita ao caráter, pois, quando não há espaço, ter sempre entre os pés alguém tão antipático quanto o sr. Pber^t Pber^d é a coisa mais desagradável que existe.

Quantos éramos? Bom, nunca pude dar-me conta nem sequer aproximadamente. Para poder contar, era preciso afastar-se nem que fosse um pouquinho um dos outros, ao passo que ocupávamos todos aquele mesmo ponto. Ao contrário do que possa parecer, não era uma situação que pudesse favorecer a sociabilidade;

sei que, por exemplo, em outras épocas os vizinhos costumavam freqüentar-se; ali, ao contrário, pelo fato de sermos todos vizinhos, não nos dizíamos sequer bom-dia ou boa-noite.

Cada qual acabava se relacionando apenas com um número restrito de conhecidos. Os que recordo são principalmente a sra. Ph(1)Nk_o, seu amigo De XuaeauX, uma família de imigrantes, uns certos Z'zu, e o sr. Pber^t Pber^d, a quem já me referi. Havia ainda uma mulher da limpeza - "encarregada da manutenção", como era chamada -, uma única para todo o universo, dada a pequenez do ambiente. Para dizer a verdade, não havia nada para fazer durante o dia todo, nem ao menos tirar o pó - dentro de um ponto não pode entrar nem mesmo um grão de poeira -, e ela se desabafava em mexericos e horadeiras constantes. Com estes que enumerei já éramos bastantes para estarmos em superlotação; juntem a isso tudo quanto devíamos ter ali guardado: todo o material que depois iria servir para formar o universo, desmontado e concentrado de modo que não

se podia distinguir o que em seguida iria fazer parte da astronomia (como a nebulosa Andrômeda) daquilo que era destinado à geografia (por exemplo, os Vosges) ou à química (como certos isótopos de berílio). Além disso, tropeçávamos sempre nos trastes da família Z'zu, catres, colchões, cestas; esses Z'zu, se não estávamos atentos, com a desculpa de que eram uma família numerosa, agiam como se no mundo existissem apenas eles: pretendiam até mesmo estirar cordas através do ponto para nelas estender a roupa branca.

Também os outros tinham lá sua implicância com os Z'zu, a começar por aquela definição de "imigrante", baseada na pretensão de que, enquanto estavam ali primeiro, eles haviam chegado depois. Que isso era um preconceito sem fundamento, a mim me parecia claro, dado que não existia nem antes nem depois e nem lugar nenhum de onde imigrar, mas havia quem sustentasse que o conceito de "imigrantes" podia ser entendido do em seu estado puro, ou seja, independentemente do espaço e do tempo.